

BRUNO VICENTE MARQUES

**GESTÃO AMBIENTAL COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO NA
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO**

Sorocaba
2021

BRUNO VICENTE MARQUES

**GESTÃO AMBIENTAL COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO NA
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO**

Tese apresentada como requisito para a
qualificação do título de Doutor em
Ciências Ambientais da Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
na Área de Concentração Diagnóstico,
Tratamento e Recuperação Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Gerson Araújo de
Medeiros

Co-Orientador: Prof. Dr. Bruno Vinícius
Ramos Fernandes

Sorocaba

2021

M357g Marques, Bruno Vicente
 Gestão Ambiental como Fator de Desenvolvimento na Produção
 Agropecuária do Centro-Oeste Brasileiro / Bruno Vicente Marques. --
 Sorocaba, 2021
 87 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
 Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba
 Orientador: Gerson Araújo de Medeiros
 Coorientador: Bruno Vinícius Ramos Fernandes

1. Sistema de gestão ambiental. 2. Avaliação paisagística. 3.
 Desenvolvimento econômico. 4. Desenvolvimento sustentável. I.

Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
 Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Sorocaba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Gestão ambiental como fator de desenvolvimento na produção agropecuária do centro-oeste brasileiro

AUTOR: BRUNO VICENTE MARQUES

ORIENTADOR: GERSON ARAÚJO DE MEDEIROS

COORIENTADOR: BRUNO VINÍCIUS RAMOS FERNANDES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em CIÊNCIAS AMBIENTAIS, área: Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. GERSON ARAÚJO DE MEDEIROS (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Ambiental / Instituto de Ciência e Tecnologia, Câmpus de Sorocaba, Unesp

Prof. Dr. AFONSO PECHE FILHO (Participação Virtual)
Centro de Engenharia e Automação (CEA) / Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)

Prof. Dr. FELIPE HASHIMOTO FENGLER (Participação Virtual)
Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Sorocaba (FACENS)

Prof. Dr. CARLOS AUGUSTO KLINK (Participação Virtual)
Universidade de Brasília (UnB)

Pesquisador Doutor LINEU NEIVA RODRIGUES (Participação Virtual)
Cerrados / EMBRAPA

Sorocaba, 26 de fevereiro de 2021

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu grande amigo Afonso Peché Filho, que foi o responsável por toda minha trajetória acadêmica e profissional. Você fez toda a diferença na minha vida e essa tese é uma das formas de materializar tudo o que me ensinou e que vivenciamos até agora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a minha família por ter me incentivado em todos os momentos, em especial à minha esposa Aline, minha grande companheira da vida, por todo carinho e apoio nos momentos que eu mais precisei ao longo desses anos. Também agradeço a minha mãe e ao meu Gabriel que sempre demostram seu orgulho por cada conquista obtida.

Quero agradecer imensamente à Fazenda Maringá e toda sua equipe, e em nome de Leandro Sato, agradecer toda a família Sato pela amizade e por me receber tão bem durante todos esses anos e permitir que eu pudesse realizar os estudos, tenho um carinho especial por cada um de vocês.

Agradeço ao Prof. Dr. Gerson Araújo de Medeiros, que mais uma vez acreditou no meu trabalho e foi meu orientador nessa etapa do doutorado, sua amizade e orientação tem enorme valor para mim, principalmente a forma como permitiu o desenvolvimento dos trabalhos, com liberdade e paciência. Muito obrigado por tudo professor.

Também agradeço imensamente ao Prof. Dr. Bruno Vinícius Ramos Fernandes, que se tornou um grande amigo em um curto espaço de tempo, que tenho a mais profunda estima e que seu brilhantismo permitiu um enriquecimento enorme para esse trabalho. Sua orientação foi fundamental para validar o trabalho. Espero que a possamos conseguir avançar muito mais durante a nossa vida na amizade e na ciência.

Tenho que agradecer ao meu grande amigo, mentor e paizão, Afonso Peché Filho, que é o responsável por eu ter chegado até aqui. A sua presença foi mais do que fundamental em todas as etapas da minha vida profissional e acadêmica. Obrigado por não ter me deixado desistir quando tudo parecia muito confuso, por ter acreditado em mim, por me proporcionar um carinho paterno que nunca tive, pelas broncas, pelas palavras de incentivo, pelas risadas, pelas viagens, obrigado por tudo mesmo, de todo meu coração.

Agradeço imensamente ao meu amigo Felipe Fengler, meu parceiro que compartilha comigo há mais de uma década a evolução pessoal e profissional. Nosso caminho sempre se encontram e você sempre tem algo para me ensinar. Sei que posso contar com você, e só te desejo o melhor que a vida pode dar.

Agradeço à UNESP Sorocaba, todos os seus funcionários e todos os professores que fizeram parte da minha vida durante o mestrado e o doutorado, um período de grande crescimento e construção de importantes amizades. Estudar na UNESP é algo imensurável

e fez toda a diferença na formação. Aproveito para agradecer especialmente ao Prof. Dr. Admilson Ribeiro, um grande amigo que sempre me incentiva e encoraja a ampliar meus horizontes.

Gostaria de agradecer também ao Centro de Engenharia e automação do Instituto Agrônômico de Campinas, todos os seus funcionários e pesquisadores, principalmente o Dr. Jener Fernando Leite de Moraes, que foi a primeira pessoa que me deu a oportunidade para atuar como gestor ambiental. O dia em que fui aceito para ser seu estagiário, foi o dia mais importante da minha vida profissional.

Agradeço também à UnB, principalmente ao Grupo de Pesquisa de Contabilidade e Gestão de Riscos na Agropecuária, sob coordenação do Dr. Bruno e que foi fundamental para o desenvolvimento desse trabalho, especialmente o trabalho realizado por Maria Clara Lima, que contribuiu para a validação dos dados econômicos da Fazenda Maringá. Estendo meus agradecimentos à UnB ao Prof. Dr. Carlos Klink, que se tornou um grande parceiro na busca pelo desenvolvimento sustentável da produção agropecuária no cerrado, bem como toda sua equipe.

Em nome do Sr. Luiz Figueiredo, agradeço também à IRRIGO – Associação do Irrigantes do Estado de Goiás, instituição que me recebeu de braços abertos e confiou no meu trabalho nos últimos anos.

Não posso deixar de agradecer imensamente a empresa Brava Agronegócios, na figura do seu diretor Edson Carlos da Silva, que acreditou no trabalho e se responsabilizou financeiramente nas etapas cruciais de construção das ferramentas, metodologias e implementação da proposta em seus clientes.

Agradeço ao município de Cristalina-GO, em nome do Prefeito Daniel Sabino Vaz (Daniel do Sindicato), que me concedeu a oportunidade de atuar em sua equipe executiva como Secretário de Meio ambiente e Recursos Hídricos do município, dessa maneira estendo meus agradecimentos aos amigos que fiz nessa trajetória, principalmente à equipe que me foi concedida para os trabalhos no município, trabalhar com vocês foi uma experiência incrível de aprendizado e amizade.

Estendo meus agradecimentos a Danielly e Renato Caetano, duas pessoas muito importantes que fizeram parte dessa trajetória e que fizeram toda a diferença na minha vida em Goiás.

Para finalizar, em nome do meu grande amigo Ivan Bispo, agradeço aos membros do Comitê de Bacia dos Rios Corumbá, Veríssimo e porção goiana do São Marcos (CBH CVSM). Fazer parte desse colegiado trouxe um enriquecimento pessoal e profissional

imensurável, além de conhecer pessoas incríveis e a melhor sensação de troca de experiências, saberes e crescimento mutuo.

MARQUES, B. V. **Gestão Ambiental como Fator de Desenvolvimento na Produção Agropecuária do Centro-Oeste Brasileiro**. 2021. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Campus Experimental de Sorocaba, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Sorocaba, 2021.

RESUMO

O Brasil tem um papel destacado na produção agropecuária global. Todavia, modelos tradicionais trazem passivos para o setor agropecuário, como degradação da qualidade dos recursos naturais, notadamente solo e água, perda da produtividade dos solos, riscos à saúde da população. Além disso, a comunidade internacional tem sido cada vez mais restritiva e exigente quanto aos impactos ambientais e sociais causados pelo setor agropecuário, especialmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Nesse contexto, modelos de produção que incorporam a dimensão ambiental têm sido buscados e desenvolvidos, como forma de atender uma demanda da sociedade pela sustentabilidade na agropecuária. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os impactos ambientais e econômicos sobre um modelo de gestão voltado para propriedades rurais. Esse modelo tem como princípio introduzir a variável ambiental em todas as atividades inerentes ao processo produtivo de uma empresa rural, no qual acredita-se que é possível conceber o conceito de produtos agropecuários como fatores promotores da conservação de solo, infiltração de água, sequestro de carbono e atividade biológica diversificada. A pesquisa foi realizada na Fazenda Maringá, localizada em Cristalina, no Estado de Goiás, um dos principais municípios de produção agropecuária do Brasil, com destaque para soja, milho, feijão, algodão, alho, batata e cebola. A inserção da variável ambiental em todas as atividades da Fazenda Maringá é implementada desde 2011, mas os dados correspondem ao período de 2014 a 2018. As principais inserções nesse período foram manutenção ações de melhoria nas condições dos ambientes de produção e proteção com a inserção de práticas conservacionistas e melhoria na condição operacional, como sistema de plantio direto, adubação verde, integração lavoura-pecuária, manutenção e conservação de estradas, padronização dos procedimentos operacionais e gestão de recursos hídricos. A avaliação dos impactos dessas inserções foi realizada por meio da abordagem metodológica de análise da paisagem, o que permitiu a obtenção de um índice de eficiência ambiental. Um levantamento de indicadores econômicos e culturais foi realizado nesse período, os quais corresponderam a produtividade das culturas produzidas, custos operacionais, receita líquida e lucro bruto, com base no levantamento histórico dos dados da empresa, bem como compreender sua agregação de valor. Os resultados mostraram que os Índices de Eficiência Ambiental da Fazenda Maringá tiveram uma evolução, variando de 57,4%, em 2014, a 61,42%, no ano de 2018. A metodologia empregada para avaliação ambiental gerou ferramentas para o desenvolvimento de um modelo com base em conceitos preconizados pela gestão ambiental, com a inserção da variável ambiental em todas as atividades. O modelo de gestão implementado proporcionou um cenário econômico crescente, cujo retorno do Lucro Bruto saiu de uma constante inicial de 32% e passou para 40% em 2018. Esses resultados foram possíveis pois, o modelo de gestão elaborado para a Fazenda Maringá foi norteador por um planejamento estratégico com a configuração de programas e projetos específicos. A metodologia mostrou ter um grande potencial de replicabilidade e aplicação na gestão agropecuária, permitindo o avanço na busca pela sustentabilidade do setor.

Palavras-chave: Sistema de gestão ambiental; Avaliação paisagística; Desenvolvimento econômico; Desenvolvimento sustentável.

MARQUES, B. V. **Environmental Management as a Sustainability Factor in Agricultural Production in Brazilian Midwest**. 2021. Thesis (PhD in Environmental Sciences) - Experimental Campus of Sorocaba, UNESP - Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2021.

ABSTRACT

Brazil has a prominent role in global agricultural production. However, traditional models bring liabilities to the agricultural sector, such as degradation of the quality of natural resources, notably soil and water, loss of soil productivity, risks to the health of the population. In addition, the international community has been increasingly restrictive and demanding regarding the environmental and social impacts caused by the agricultural sector, especially in developing countries, such as Brazil. In this context, production models that incorporate the environmental dimension have been sought and developed, as a way to meet society's demand for sustainability in agriculture. The present work aimed to evaluate the environmental and economic impacts through a management model aimed at rural properties. This model has the principle of introducing the environmental variable in all activities inherent to the production process of a rural company, in which it is believed that it is possible to conceive the concept of agricultural products as factors that promote soil conservation, water infiltration, sequestration of carbon and diversified biological activity. The research was carried out at Fazenda Maringá, located in Cristalina, in the State of Goiás, one of the main municipalities of agricultural production in Brazil, with emphasis on soy, corn, beans, cotton, garlic, potatoes and onions. The insertion of the environmental variable in all activities of Fazenda Maringá has been implemented since 2011, but the data in the present study correspond to the period from 2014 to 2018. The main insertions in this period were maintenance actions to improve the conditions of the production and protection environments through the insertion of conservation practices and improvement in the operational condition, such as no-till system, green manure, crop-livestock integration, road maintenance and conservation, standardization of operational procedures and management of water resources. The evaluation of the impacts of these insertions was carried out through the methodological approach of landscape analysis, which allowed to obtain an environmental efficiency index. A survey of economic and cultural indicators was carried out during this period, which corresponded to the productivity of the crops produced, operating costs, net revenue and gross profit, based on the historical survey of the company's data, as well as understanding its value addition. The results showed that the Environmental Efficiency Indices of Fazenda Maringá evolved, ranging from 57.4% in 2014 to 61.42% in 2018. The methodology used for environmental assessment generated tools for the development of a model based on concepts recommended by environmental management, through the insertion of the environmental variable in all activities. The management model implemented provided a growing economic scenario, whose return on Gross Profit went from an initial constant of 32% to 40% in 2018. These results were possible because the management model developed for Fazenda Maringá was guided by strategic planning through the configuration of specific programs and projects. The methodology showed to have a great potential for replicability and application in agricultural management, allowing the progress in the search for the sector's sustainability.

Keywords: Environmental management system; Landscape assessment; Economic development; Sustainable development.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	HIPÓTESE.....	19
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.2.1	<i>Geral</i>	19
1.2.2	<i>Específicos</i>	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1	GESTÃO AMBIENTAL COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO E SEUS AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA.....	20
2.2	ANÁLISE DA PAISAGEM COMO OBJETO DE ESTUDO PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ...	25
2.3	GESTÃO AMBIENTAL PARA REDUÇÃO DE RISCOS OPERACIONAIS E ECONÔMICOS DO SETOR AGROPECUÁRIO.....	28
3	SISTEMATIZAÇÃO DA PROPOSTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL NA FAZENDA MARINGÁ.....	33
3.1	INTRODUÇÃO	33
3.2	METODOLOGIA	33
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
3.4	CONCLUSÕES	45
4	ANÁLISE DE DESEMPENHO ECONÔMICO COMO FATOR PREPONDERANTE PARA VALIDAÇÃO INSERÇÃO DA VARIÁVEL AMBIENTAL	46
4.1	INTRODUÇÃO	46
4.2	METODOLOGIA	47
4.2.1	ANÁLISE TEMPORAL DO LUCRO BRUTO DA FAZENDA MARINGÁ.....	47
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
4.4	CONCLUSÕES	53
5	INSERÇÃO DA VARIÁVEL AMBIENTAL NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA FAZENDA MARINGÁ	54
5.1	INTRODUÇÃO	54
5.2	DESENVOLVIMENTO	55
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58

5.3.1	GESTÃO DA QUALIDADE E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRÃO (POP) PARA MELHORIA DO DESEMPENHO TECNOLÓGICO.....	59
5.3.2	PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL PARA MELHORAR O DESEMPENHO DOS AMBIENTES DE PRODUÇÃO.....	68
5.4	CONCLUSÕES	77
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura organizacional dos capítulos do trabalho apresentado	18
Figura 2. Delimitação geral das áreas de uso e ocupação do solo da Fazenda Maringá. ...	34
Figura 3. Roteiro de pontos para avaliação ambiental em campo.	36
Figura 4. Distribuição percentual da avaliação ambiental em cada um dos meios avaliados.	41
Figura 5. Análise da frequência dos IEP obtidos entre os anos 2014 e 2018.....	42
Figura 6. Comparativo de tipificação das áreas por classes de eficiência ambiental entre os anos 2017 (a) e 2018 (b).	44
Figura 7. Organograma estrutural do Sistema de Gestão Ambiental da Fazenda Maringá, seus programas e projetos.	58
Figura 8. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de preparo de solo.	60
Figura 9. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de plantio.	61
Figura 10. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de tratos culturais.	61
Figura 11. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de colheita.	62
Figura 12. Localização dos pontos para Avaliação de Desempenho tecnológico na Fazenda Maringá.	63
Figura 13. Método de avaliação em campo para análise de Desempenho Tecnológico na cultura da soja.	64
Figura 14. Mapa que representa as diferentes classes e resultados obtidos nas áreas avaliadas.	66
Figura 15. Padrão uniformidade de produção na cultura da soja na Fazenda Maringá.....	67
Figura 16. Plantio direto como prática de conservação de solo (a) e construção de perfil de solo com matéria orgânica e atividade biológica diversificada (b).	69
Figura 17. Inserção do Capim-Mombaça com alta densidade de cobertura (a) e gado no ambiente de produção da Fazenda Maringá (b).....	70
Figura 18. Sistema radicular obtido pela inserção da pastagem no ambiente de produção, contribuindo na prestação de serviços ambientais na inserção da variável ambiental.	71

Figura 19. Estrutura do ambiente de produção após o término da etapa de pecuária já com produção agrícola.	72
Figura 20. Imagem aérea da Fazenda Maringá que mostra as estruturas de conservação do solo nas estradas.	73
Figura 21. Imagem que representa estrada de alta qualidade em sua concepção.	74
Figura 22. Fruticultura implementada na Fazenda Maringá, com elementos de boas práticas agroambientais e conservação do solo.	75
Figura 23. Análise comparativa de disponibilidade hídrica após o período de seca e de irrigação entre a barragem da Fazenda Maringá (a) e outra barragem localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Samambaia.	76
Figura 24. Análise comparativa de disponibilidade hídrica no período de seca em 2014 (a) e 2017 (b) na barragem da Fazenda Maringá.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Memorial descritivo de uso e ocupação do solo da Fazenda Maringá.	35
Tabela 2. Indicadores utilizados para a avaliação ambiental dos meio biótico com uso da análise da paisagem.	37
Tabela 3. Indicadores utilizados para avaliar ambiental os meios físicos com uso da da análise da paisagem.	38
Tabela 4. Indicadores utilizados para avaliar ambiental os meios antrópicos com uso da da análise da paisagem.	39
Tabela 5. Resultados da estatística descritiva para os Índices de Eficiência da Paisagem da fazenda Maringá entre os anos 2014 e 2018.....	40
Tabela 6. Classes de frequência de IEP.	42
Tabela 7. Área plantada por cultura na Fazenda Maringá representada por hectares no período 2012 e 2018.	49
Tabela 8. Produtividade média por cultura na Fazenda Maringá representada em sacas por hectares entre os anos 2012 e 2018.	49
Tabela 9. Custo de produção médio por cultura (R\$ por hectare) na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.	50
Tabela 10. Total da produção (sacas de 60kg) por cultura na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.	50
Tabela 11. Valor de comercialização das culturas da Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018, em R\$ por saca e arroba, no caso da pecuária.	50
Tabela 12. Resultado dos faturamentos totais de cada uma das culturas produzidas na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.....	51
Tabela 13. Resultado dos Custos de cada uma das culturas produzidas na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.	51
Tabela 14. Lucro Bruto com base nos Resultados dos Faturamentos e nos Resultados dos Custos da Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.	52
Tabela 15. Resultados obtidos para cada um dos índices que compuseram o Índice de Desenvolvimento Tecnológico (IDT).....	65

1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente três bilhões de pessoas não possuem acesso a comida e água de qualidade adequada, 850 milhões não tem atendidas as exigências corporais mínimas de proteína e calorias, metade do mundo é cronicamente deficiente em pelo menos um dos micronutrientes essenciais, nove milhões morrem a cada ano de fome e doenças de desnutrição (SCHADE; PIMENTEL, 2010). A agricultura enfrenta o desafio sem precedentes de garantir o suprimento de alimentos para uma população humana em rápido crescimento, procurando minimizar os impactos adversos no meio ambiente e reduzir o uso de recursos e energia não renováveis (FOSTER et al., 2012).

No entanto, produzir alimentos não significa realmente garantir a segurança alimentar, quando muitas variáveis estão atreladas ao tema, no qual uma das principais, e que por vezes não se tem a devida importância, é a variável ambiental, pois a atividade produtiva em questão depende exclusivamente dos recursos naturais e suas interações para seu desenvolvimento. Portanto, suas atividades devem ser norteadas principalmente pelo entendimento do ambiente no qual está inserida, sua posição regional, clima, relevo, tipo de solo, entre outros fatores.

Para Lichtfouse et al. (2009), o desenvolvimento sustentável na agropecuária pode envolver duas abordagens. A primeira parte da premissa de que o sistema produtivo deve garantir sua perenidade por um longo período de tempo com proteção e conservação dos recursos naturais, que são fundamentais para garantir as atividades, bem como atuar na busca e no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a adaptação do sistema às intempéries ambientais. Por conseguinte, a segunda abordagem trata o desenvolvimento sustentável da agropecuária com um sentido mais amplo, no qual considera a abrangência para grandes territórios e comunidades sociais, sem fazer distinção entre áreas urbanas e rurais, pois seus aspectos positivos atuam de forma conjunta, como por exemplo na depuração de efluentes, geração de emprego e renda, além de contribuir para a ampliação do campo da pesquisa, uma vez que possibilita aos cientistas a liberdade de explorar domínios outrora desconhecidos.

A agropecuária, como qualquer outra atividade antrópica, proporciona diversos cenários de ocupação em decorrência de características culturais, sociais e econômicas da população. Tais modificações geram impactos ambientais significativos, que podem ser classificados em benéficos ou adversos, diretos ou indiretos, reversíveis ou irreversíveis, imediatos ou em longo prazo, temporários ou permanentes (FREITAS, 2013). Partir dessa premissa nos leva a uma análise sobre os impactos ambientais da atividade agropecuária em decorrência de sua dinâmica em relação a alteração das paisagens.

É necessário ampliar a concepção dos produtos agropecuários, pois o reducionismo nos leva a acreditar que alimentos, fibras e energia são os resultados finais desse processo, sem levar em consideração os impactos ambientais oriundos das atividades desenvolvidas. Portanto, é preciso contabilizar e, se possível, atribuir valor aos custos ambientais da atividade, como por exemplo a perda de solo por processos erosivos, compactação do solo, desequilíbrio ecológico que provocam o aumento da pressão por pragas e doenças. Dessa maneira se admite a importância da variável ambiental no sistema produtivo e, conseqüentemente, se propicia virtuosamente a ideia da elaboração de planos de gestão ambiental com programas direcionados e projetos estrategicamente estruturados para mitigar os impactos ambientais negativos da agropecuária.

Para enfrentar esses desafios, será necessário um esforço conjunto de governos, investidores e tecnologias agrícolas inovadoras. Isso pode ser feito, mas será necessário interromper o sistema (DE CLERCQ et al., 2018). Essa reflexão conduz ao entendimento que, por maior que seja a capacidade de produção agropecuária, o sistema no qual ela se desenvolve não está apto a garantir o acesso e qualidade de seus produtos, essenciais às características do desenvolvimento sustentável, uma vez que a degradação ambiental e a degradação humana são resultados intrínsecos ao modelo socioeconômico aplicado, no qual o lucro é a base de todo esforço das cadeias produtivas.

O presente estudo traz a proposta do desenvolvimento de um modelo de Gestão Ambiental voltado para a produção agropecuária, com o intuito de adequar as atividades cotidianas de uma propriedade rural com a perspectiva da inserção da variável ambiental nos níveis administrativos, gerenciais e operacionais. Em consequência de tais ações, conseguir modernizar o conceito de produção, no qual os produtos agrícolas tradicionais, como cereais, frutas, proteínas, fibras e energia se tornem estratégias comerciais para viabilizar a construção de ambientes produtivos, que tem como principais características potencializar os serviços ecossistêmicos proporcionados pela conservação do solo, infiltração de água, sequestro de carbono, aumento da atividade biológica, entre outros aspectos ambientais positivos proporcionados pela inserção da variável ambiental no processo produtivo agropecuário. O local escolhido para o desenvolvimento do estudo foi a Fazenda Maringá, localizada no município de Cristalina – GO, no Centro-Oeste brasileiro.

O documento foi organizado em seis capítulos (Figura 1), em que se apresentam a introdução ao estudo, bem como sua hipótese, seus objetivos gerais e específicos. Posteriormente é apresentada a base bibliográfica do estudo, com um levantamento das

referências que auxiliam na consolidação e na motivação dos principais conceitos que fundamentam a proposta.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia utilizada para as avaliações ambientais realizadas durante o período entre 2014 e 2018, bem como a concepção dos Índices de Eficiência Ambiental e as análises de sua progressão. O quarto capítulo traz a proposta de planejamento ambiental, o histórico das ações desenvolvidas e os resultados obtidos a partir da introdução do Sistema de Gestão Ambiental na Fazenda Maringá.

A análise de desempenho econômico obtido pela produção agropecuária da Fazenda Maringá, traçando um paralelo com o desempenho ambiental, ao longo dos cinco anos de estudo, é apresentada no quinto capítulo. Finalmente, no sexto capítulo são apresentadas as considerações finais do presente estudo.

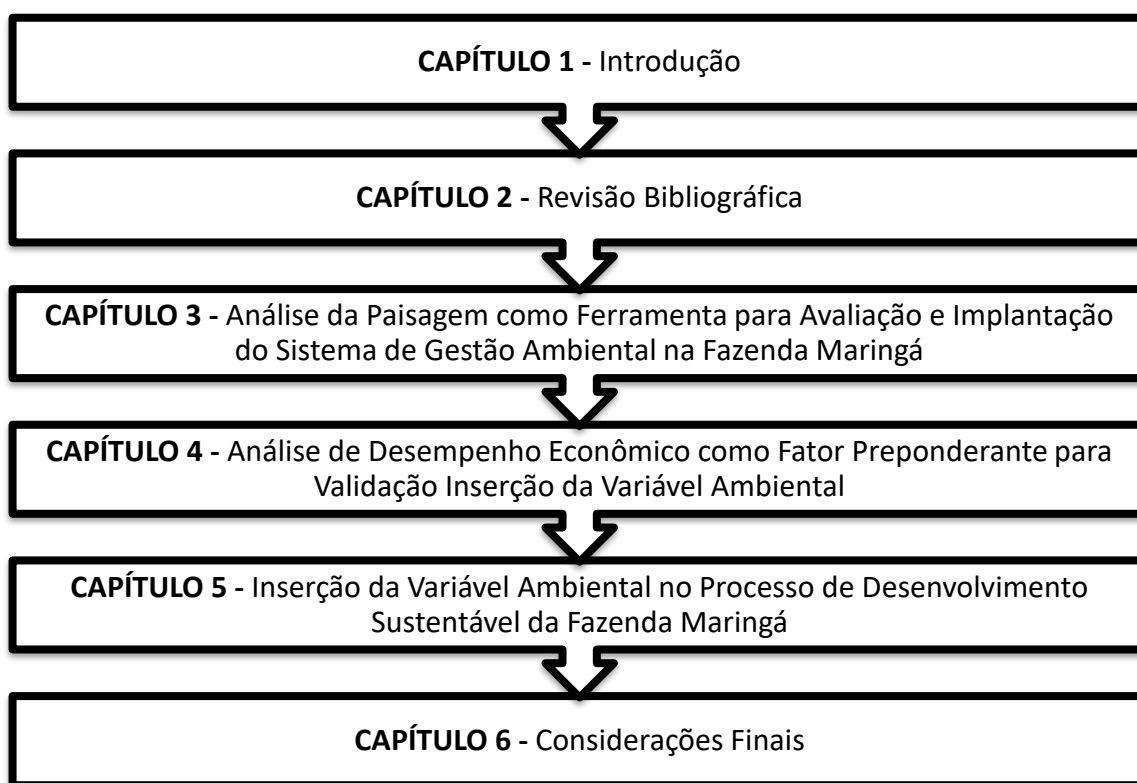


Figura 1. Estrutura organizacional dos capítulos do trabalho apresentado

Cabe ressaltar que os trabalhos na Fazenda Maringá tiveram início em 2011, com a proposta de elaborar estudos e metodologias para introduzir um modelo de gestão com ênfase na variável ambiental. No entanto, até o ano de 2013 foi uma etapa de adaptação e aprendizado, em que essa proposta foi testada e alterada. Consequentemente muitos fatores foram integralizados ao trabalho e outros foram descartados, até que sua consolidação ocorreu em

2014. Portanto, em alguns momentos do presente trabalho vamos nos deparar com dados e informações anteriores ao ano 2014. Por outro lado, como os trabalhos na Fazenda Maringá não foram encerrados, em alguns momentos podemos nos referir a ações que ocorreram logo após o encerramento das coletas de informações e do processamento dos dados que integram essa pesquisa.

1.1 Hipótese

(1) A inserção da variável ambiental a partir de um modelo de gestão voltado para propriedades rurais permite caracterizar os impactos ambientais, com uma proposta instrumental para avaliar o desempenho da produção agropecuária e proporciona um cenário de eficiência ambiental e econômica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Avaliar os impactos ambientais e econômicos de um modelo de gestão voltado para propriedades rurais. Esse modelo insere a variável ambiental em todas as rotinas e dinâmicas recorrentes de suas atividades cotidianas e, conseqüentemente, promove o desenvolvimento sustentável na produção agropecuária e, dessa maneira, introduz o conceito da construção de ambientes produtivos, como um dos produtos da agropecuária.

1.2.2 Específicos

- 1.2.2.1 Desenvolver uma proposta de modelo de gestão ambiental para propriedades rurais.
- 1.2.2.2 Utilizar a metodologia de Análise de Paisagem como ferramenta para construção e avaliação o Índice de Eficiência Ambiental da propriedade rural, bem como sua evolução ao longo do tempo.
- 1.2.2.3 Avaliar a inserção da variável ambiental como fator promotor do desenvolvimento sustentável e do desempenho econômico da atividade agropecuária,

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão ambiental como fator de desenvolvimento e seus avanços tecnológicos na produção agropecuária

Há mais de 10 mil anos a agropecuária, a partir da domesticação de plantas e animais, têm sido o fator preponderante para o desenvolvimento da humanidade como a sociedade que conhecemos atualmente. O desenvolvimento de técnicas e ferramentas teve seus primeiros registros no sudoeste da Ásia, na África e nas Américas, mas têm sido aperfeiçoadas e empregadas em outras regiões do mundo, ao longo dos milênios. Esse período é denominado Transição Demográfica Neolítica ou Revolução Neolítica (PUTTERMAN, 2006; WATKINS, 2010; PRICE; BAR-YOUSEF, 2011; HANSEN; JENSEN, 2015; OLSSON; PAIK, 2015).

Em consequência a este período de transição social, no qual a agricultura se apresenta como grande fator de mudança, surge também o emprego de técnicas de irrigação como fator tecnológico. A história da irrigação se confunde, na maioria das vezes, com a história da agricultura e da prosperidade econômica de inúmeros povos, pois muitas das antigas civilizações se originaram em regiões áridas, em que a produção só era possível com o recurso da irrigação. Estudos comprovam que em 4.500 a.C. essa prática era utilizada pelos Assírios, Caldeus e Babilônios, no continente asiático e, da mesma forma, pelas grandes aglomerações que se fixaram nas margens dos rios Huang Ho e Iang-Tse-Kiang, na China (ano 2.000 a.C.), do Nilo, no Egito, do Tigre e do Eufrates, na Mesopotâmia e do Ganges, na Índia (ano 1.000 a.C.). Tais civilizações nasceram e cresceram graças à utilização eficiente de seus recursos hídricos (MAZOYER; ROUDART, 2008; BETTINGER et al., 2010; ALAM et al., 2014).

De fato, desde as mais antigas civilizações até o momento atual, a humanidade busca soluções tecnológicas para perpetuar a produção de alimentos. Um grande avanço ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, com o advento da então denominada “Revolução Verde”, o desenvolvimento da agricultura convencional, ou “agricultura industrial”. Nesse período, o objetivo era o de aumentar drasticamente a produção mundial de alimentos, por meio do uso extensivo de pesticidas, fertilizantes, água e à rápida rotação de culturas e monoculturas. Todavia, tais efeitos positivos sobre o rendimento das culturas foram rapidamente contrabalanceados por impactos ambientais negativos, como a erosão do solo, a poluição das águas subterrâneas, a eutrofização dos rios, o uso excessivo da água e o desenvolvimento de ervas daninhas e doenças resistentes ao controle químico (LICHTFOUSE et al., 2009). Nesse

contexto, novos sistemas agrícolas são necessários para permitir que a agricultura satisfaça as expectativas cada vez mais diversas da sociedade.

Durante décadas, a agronomia produziu conhecimento e projetou agroecossistemas para maximizar a produção de alimentos e fibras primárias, tanto para consumo direto quanto para uso industrial (DORÉ et al., 2011).

Ao fazer uso da engenharia genética, os cientistas foram capazes de desenvolver uma série de melhorias para o cultivo. Essa abordagem tecnológica envolve a união do gene de uma espécie e seu transplante para o DNA de outra, uma técnica que permite o desenvolvimento e criação mais acelerados de novos cultivares, redução dos custos e a inserção de diferentes organismos em células destinadas ao cultivo agropecuário (MILLER JR., 2007). Em 2012, haviam cerca de 30 culturas geneticamente modificadas, ocupando quase 300 milhões de acres, cultivadas em 25 países (REGUERA et al., 2012).

Os críticos reconhecem os benefícios potenciais de safras geneticamente modificadas. Ao mesmo tempo, avisam que sabemos muito pouco sobre os possíveis perigos à saúde humana e ao ecossistema que o uso disseminado de tais safras pode oferecer. Além disso, organismos geneticamente modificados não podem ser recolhidos se causarem algum efeito genético e ecológico nocivo não proposital, como alguns cientistas esperam (MILLER JR., 2007 p. 247).

O setor produtivo agropecuário passou a atuar na busca constante por melhores práticas e tecnologias com o intuito de mitigar os produtos negativos oriundos da produção, relacionados principalmente com as questões ambientais. Ciência e tecnologia estão no centro das mudanças agrícolas, em que as pesquisas fundamentais e aplicadas em biologia, química e genética resultou em um fluxo constante de inovações e mudanças técnicas que influenciaram muito os sistemas agrícolas (VANLOQUEREN; BARET, 2009).

A criação e genética de culturas e animais foram disciplinas predominantes, enquanto os agricultores eram tratados apenas como receptores de tecnologias. Nos anos seguintes (1975-1985), economistas e agrônomos ganharam importância e praticaram uma abordagem de comunicação bidirecional. Os agricultores foram incluídos como informantes e começaram a contribuir para o design de novas tecnologias. Durante o estágio ecológico (1985-1995), agroecologistas, geógrafos e antropólogos influenciaram a pesquisa e o desenvolvimento agrícola. O agricultor era visto como causa e vítima de desenvolvimento insustentável. A partir de 1995, surgiu um novo

entendimento para o desenvolvimento institucional, onde psicólogos, sociólogos, cientistas políticos, especialistas em treinamento e educadores estavam envolvidos. A sociedade pedia uma revolução na ciência que permitisse enfrentar os problemas causados pelo sistema industrial global do qual a própria ciência é a base (FOSTER, 2013).

Dessa maneira, ao longo dos anos o setor da produção agropecuária buscou seu aperfeiçoamento com novas tecnologias, traçando um paralelo com o desenvolvimento industrial. Neste contexto se insere o conceito da Agricultura 4.0, que é derivado do conceito da denominada 4ª Revolução Industrial, cujo modelo pode proporcionar grandes melhorias para o setor, principalmente em relação ao planejamento, monitoramento, controle, otimização e documentação (BRAUN et al., 2018). Os autores também comentam que as soluções tecnológicas provenientes dessa nova concepção do setor produtivo agropecuário fornece uma série de oportunidades, no qual tecnologias simples como Bluetooth e GPS (Global Positioning System), combinadas com a comunicação entre humanos e máquinas agrícolas em todos os níveis de colaboração, possibilitam a criação de uma estrutura de cadeia de suprimentos agrícola auto otimizável.

A Agricultura 4.0 deve considerar tanto as questões que envolvem as demandas e a cadeia de valor, quanto a oferta da equação da escassez de alimentos, utilizando da tecnologia não apenas para o bem da inovação, mas também para atender as reais necessidades dos consumidores de maneira geral, e reengenhar os sistemas produtivos e a cadeia de valor (DECLERCQ et al., 2018).

Nesse ambiente interligado, a geração de conhecimento, a mobilidade e o aumento da oferta de aplicativos para dispositivos móveis é um mercado crescente. Nesse viés, espera-se que na era da Agricultura 4.0, o agronegócio, incluindo também os agricultores familiares, possam usufruir dos benefícios desta oferta de tecnologia e conhecimento em suas propriedades, propiciando competitividade e melhoria de renda, além do aumento da oferta de alimentos para o Brasil (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Como os agroecossistemas são controlados por seres humanos, a adoção da abordagem correta para uma ampla gama de questões de produção exige uma compreensão da maneira pela qual processos naturais, forçados ou movidos por humanos, interagem dentro do ecossistema (DORÉ et al., 2011).

É possível concluir que o avanço do setor é preconizado por tecnologias que visam o estado imediato do processo produtivo, como produtos oriundos da engenharia genética, bioquímica, automação, informática, entre outros. Essas iniciativas são de extrema importância

para proporcionar o aumento da produção e a redução de custos, no entanto, se não houver uma compreensão do ambiente no qual as atividades agropecuárias são desenvolvidas, todas as tecnologias inseridas podem ter um desempenho aquém do esperado.

A forma intensiva de produzir alimento, durante o século XX, propiciou o sucesso de alcançar altas colheitas, por outro lado, essas práticas tiveram um alto custo ambiental, principalmente em decorrência do uso de agroquímicos, que são caros em termos energéticos, além de apresentar efeitos negativos sobre a saúde dos organismos, inclusive os humanos (PAOLETTI et al., 2011).

Segundo De Clercq et al. (2018), as terras agrícolas do mundo estão se tornando cada vez mais inadequadas para a produção. Esse autor, com base em certas métricas, afirmou que 25% de todas as terras agrícolas já são classificadas como altamente degradadas, enquanto outros 44% são moderadamente ou ligeiramente degradados. O autor também afirma que os recursos hídricos estão altamente estressados, com mais de 40% da população rural do mundo vivendo em áreas com escassez de água.

A produção agropecuária é a atividade econômica que mais depende das condições climáticas, pois além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade, o clima também afeta a relação entre plantas, insetos e microrganismos, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

Para estudar a produção agropecuária deve-se integrar as ciências altamente complexas que governam os sistemas agrícolas em escalas espaciais e temporais muito diferentes, além de lidar com uma alta variabilidade ambiental (LICHTFOUSE et al., 2009). É necessário entender os vínculos entre dietas, práticas de produção agrícola e degradação ambiental para reduzir os impactos ambientais da agricultura e, ao mesmo tempo, fornecer um suprimento seguro de alimentos para uma crescente população global (CLARK; TILMAN, 2016).

No debate contemporâneo sobre a longevidade dos processos produtivos agropecuários, a questão da crescente artificialização dos agroecossistemas aparece como central, pois a agricultura está cada vez mais ancorada no uso de insumos não renováveis, intensivos em capital (muitas vezes tóxicos e redutores de biodiversidade) e socialmente excludentes. Assim sendo, uma agricultura sustentável supõe a consideração não apenas de elementos econômicos e de mercado, mas também de elementos de caráter ambiental e de justiça social (COSTABEBER et al., 2013 p. 161).

Para desenvolver sistemas agrícolas mais sustentáveis, pesquisadores e tomadores de decisão precisam de informações sobre os pontos fortes e fracos em relação à produtividade e aos impactos ambientais na capacidade de carga dos ecossistemas. Dessa maneira, ter acesso a ferramentas que permitam avaliações abrangentes relacionadas a variáveis ambientais e de produtividade (MEIER et al., 2015).

Segundo Miller Jr. (2007), para a transição da agricultura existem quatro importantes estratégias, em que a primeira consiste em aumentar as pesquisas sobre agricultura sustentável e saúde humana; a segunda, estabelecer projetos de demonstração para que agricultores vejam e compreendam como funcionam sistemas de agricultura sustentável; a terceira, fornecer subsídios e aumentar o auxílio estrangeiro para encorajar as práticas e seus usos; a quarta, estabelecer programas de treinamentos sobre agricultura sustentável para agricultores e funcionários de setores do governo que estão relacionados ao tema, bem como encorajar a criação de currículo nas universidades sobre agricultura sustentável e saúde humana.

Ao assumir a necessidade de uma transição do atual modelo de produção agropecuário, em que podemos nos referir como Transição Agroecológica, implicitamente admite-se que o desenvolvimento da sociedade se distancia das bases de sustentabilidade e se aproxima de cenários de crescente insustentabilidade (COSTABEBER et al., 2013).

A agroecologia tem um potencial transformador mais amplo que depende da ligação de todas as suas formas dentro de um modo de ação coletiva, em que essa rede liga grupos de agricultores e especialistas em políticas que apoiam a agroecologia como alternativa ao regime dominante de produção agropecuária. Dessa forma a agroecologia pode se adaptar ao regime dominante ao transformá-lo, dependendo de estratégias específicas de empoderamento (LEVIDOW et al., 2014).

É possível destacar como uma das principais dificuldades do processo de transição a capacidade de resposta dos atores no processo de inovação, devido à complexidade, a incerteza e a imprevisibilidade da inovação tecnológica, além de fatores morais e políticos, com visões de mundo conflitantes, diferentes interesses e valores, bem como desequilíbrios de poder (BLOK e LEMMENS, 2015)

O processo de transição do atual modelo que caminhe para a inserção da variável ambiental, diferentemente do que muitos otimistas supõem, é demasiadamente complexo e não ocorrerá na velocidade necessária e nos níveis requeridos sem um substancial avanço na base de conhecimentos científicos e tecnológicos (COSTABEBER et al., 2013). O objetivo é alimentar a população do mundo e, ao mesmo tempo, manter e restaurar o capital natural da Terra, e viver a custa natural que ela fornece (MILLER JR., 2007).

Portanto, a inserção da variável ambiental deve ser estabelecida como um fator de desenvolvimento e avanço tecnológico do setor, pois a compreensão dos ambientes e suas dinâmicas naturais são de extrema relevância para a gestão do agronegócio, principalmente no Brasil e em países tropicais.

2.2 Análise da paisagem como objeto de estudo para avaliação ambiental

Os seres humanos transformam as paisagens e adaptam o ambiente de acordo com as necessidades de sua sociedade, que está em constante crescimento. Esta forma de desenvolvimento moderno, instituído desde o século XVIII, não foi pensada para ser sustentável quando comparado com as práticas de gestão de terras tradicionais que duraram séculos e que só houve uma preocupação no resgate desses valores naturais e culturais no final do século 20 (ANTROP, 2005).

Neste contexto se insere a paisagem e suas alterações como elemento fundamental para estudos relacionados com as questões ambientais, que configura no espaço perceptível e um bem cultural comum, com caráter holístico, relativista e dinâmico (ANTROP, 2000). A ecologia da paisagem surgiu aproximadamente no mesmo período em que o termo sustentabilidade ambiental foi inserido e se tornou uma das poucas áreas de estudo com capacidade de abordar amplamente a dimensão cultural das paisagens e sua sustentabilidade por causa das influências de geografia, planejamento da paisagem e arquitetura paisagística (MUSACCHIO, 2011).

Os problemas relacionados a sustentabilidade das paisagens podem ser tratados a partir do entendimento entre ordem e desordem, que implica em causalidade, definição de limites e prevenção de resultados, que levantam questões acerca da complexidade de auto-organização, resiliência, inércia, limites, gestão adaptativa e aprendizagem social (ZURLINI et al., 2012). Devido a uma forte relação com paisagens alteradas, a percepção rápida e intuitivamente de modificações que atrapalham a nossa visão costumeira da paisagem nos deixa de sobreaviso, inicialmente sem um perigo imediato ou talvez por puro instinto (LANG; BLASCHKE, 2009).

Focar em um determinado lugar pode ajudar a esclarecer questões importantes, principalmente a operacionalizar contribuições dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano. Dessa forma, ocorre a sinergia entre ideias contemporâneas em relação a natureza e o ordenamento do território na escala da paisagem, proporcionando uma reflexão sobre o entendimento das questões e prioridades de tal localidade e, assim, traçar estratégias para superar seus problemas (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2013).

Esta abordagem torna a análise de desempenho ambiental para a sustentabilidade mais significativa e proposital, auxilia na definição de objetivos e metodologias de prescrição para o futuro, capacita os esforços em ações prementes, sem necessariamente ignorar os fatos que não são igualmente críticos (VENKATESH; BRATTEBØ, 2013).

O estudo da paisagem foi preconizado pela geografia e, atualmente, com o uso do geoprocessamento e ferramentas de sensoriamento remoto se popularizou de forma multidisciplinar. Muitos pesquisadores utilizam diferentes metodologias para avaliar e obter resultados, principalmente relacionados ao estudo de populações, estudos espaciais e temporais, ocupação e uso das terras, desenvolvimento socioeconômico (LANG; BLASCHKE, 2009; MALKOCK et al., 2010; FRONDONI et al., 2011; BENOÎT et al., 2012; ELLIS et al., 2012; MALAVASI et al., 2012; FALCONER et al., 2013; JONES et al., 2013; CHOUDHURY et al., 2014). No entanto, as avaliações ambientais preconizadas pelo estudo que envolvem a paisagem não devem ser baseadas apenas na tecnologia de geoprocessamento, que apesar de sua eficiência reconhecida, por vezes deixa de contemplar elementos que só podem ser percebidos e avaliados em campo. Porém, apenas trabalhos em campo podem dificultar a compreensão dos resultados em sua totalidade e até comprometer as tomadas de decisão para a gestão territorial. Portanto, o ideal para estudos que envolvem a avaliação ambiental da paisagem é a integração de trabalhos em campo com técnicas de geoprocessamento.

O surgimento da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), como um componente-chave da gestão ambiental nos últimos 40 anos, coincidiu com o crescente reconhecimento da natureza, escala e implicações das mudanças ambientais provocadas pelas ações humanas (MORGAN, 2012). O autor relata que durante esse período, a avaliação de impacto ambiental se desenvolveu e mudou, influenciada pelas necessidades de mudança dos tomadores de decisão, pelo processo de tomada de decisão e pela experiência da prática.

A compreensão de objetivos e propósitos da Avaliação de Impacto Ambiental é essencial para apreender seus papéis e funções, e também para se apreciar seu alcance e seus limites. A AIA é apenas um instrumento de política pública ambiental e, por isso, não é a solução para todas as deficiências do planejamento ou brechas legais que permitem, consentem e facilitam a continuidade da degradação ambiental, e muito menos para a conduta degradadora de cidadãos e empresas (SÁNCHEZ, 2020 p. 71).

Atuar no estudo das paisagens como ferramenta para Avaliação de Impacto Ambiental é imprescindível quando se busca compreender as interferências sociais, culturais e econômicas que resultaram nos impactos ambientais do presente, sejam eles positivos ou negativos. A

importância da paisagem é múltipla, pois são testemunhas tangíveis de valores ancestrais, simbólicos e cognitivos, contém uma grande quantidade de história e tradições de manejo da terra, pouco conhecidas por pessoas comuns, portanto perceber a paisagem se torna uma excelente experiência para absorver essa grande quantidade de informação (ANTROP, 2005). O mesmo autor também diz que nas paisagens há muita sabedoria e inspiração para a gestão sustentável e que são bastante úteis para a tomada de decisão para as futuras gerações, uma vez que as paisagens do passado não podem ser trazidas de volta, mas áreas e elementos valiosos podem ser preservados e incorporados na funcionalidade e no estudo da sociedade urbanizada moderna.

A partir do ângulo de visada modificado, aparecem novos padrões e obtemos uma melhor visão do conjunto. Observamos relações estruturais que anteriormente estavam escondidas para nós. Por outro lado, perdemos também a impressão pessoal de ajustamento imediato à paisagem. A detecção que no solo é sempre a perspectiva central e autorrefenciada, e que nos traz a impressão da assim chamada múltipla compartimentação da paisagem, está, no entanto, cedendo lugar a uma detecção cada vez maior em múltiplas perspectivas, nas quais a formação de padrões espaciais está no primeiro plano (LANG e BLASCHKE, 2009 p. 14).

A maioria, se não todas as paisagens em que há atividade antrópica, são insustentáveis, principalmente os ambientes urbanos, e estes problemas vão piorar se o desenvolvimento continuar a se desdobrar a esmo sem levar em consideração as consequências ambientais e socioeconômicas de longo prazo (WU, 2010). A intensificação da agricultura resulta também em uma dramática simplificação da composição da paisagem e em um acentuado declínio da biodiversidade, isso afeta o funcionamento do controle natural de pragas, pois os habitats naturais fornecem abrigo para um amplo espectro de espécies naturais que funcionam como controle de pragas nas culturas agrícolas. (PAOLETTI et al., 2011). É possível chamar esse fenômeno de antropização das paisagens que proporciona diversos cenários de ocupação em decorrência de características culturais, sociais e econômicas da população.

Quando a paisagem está no cerne das discussões, é de fundamental importância que os seres humanos compreendam que são beneficiários dos ecossistemas e dos serviços que eles fornecem, permitindo a interação entre conservação e desenvolvimento, relacionando a saúde ambiental à saúde humana, promovendo segurança e bens materiais necessários para a manutenção da vida (BRAUMAN et. al., 2007).

A finalidade da avaliação ambiental consiste em considerar os impactos ambientais antes da tomada de qualquer decisão, portanto, é importante organizar a avaliação na forma de atividades sequenciais, concatenadas de maneira lógica, com o objetivo de configurar o processo de avaliação ambiental, regulamentar e definir detalhadamente os procedimentos a serem seguidos, e dessa maneira atuar de maneira criativa, inovadora e empreendedora, de maneira a formular, conceber e criar projetos e alternativas de soluções para os problemas determinados (SÁNCHEZ, 2020).

Neste contexto, estudar as paisagens, suas alterações e interações com o meio e com as atividades antrópicas desenvolvidas em uma determinada localidade se torna uma metodologia de avaliação ambiental plenamente aplicável.

2.3 Gestão ambiental para redução de riscos operacionais e econômicos do setor agropecuário

Nossa sociedade é totalmente dependente do setor agropecuário, uma vez que o mesmo fornece alimentos, fibras, materiais de construção, biomassa e energia verde, além de contribuir para o equilíbrio ambiental e do ecossistema (PAOLETTI et al., 2011). Há uma grande necessidade de repensar o sistema de forma a minimizar os danos e impactos ambientais negativos, pois é perceptível que o atual modelo de desenvolvimento social e econômico negligenciou as questões ambientais, que afetam diretamente na qualidade de vida de todos os seres, essa perspectiva afeta diretamente o setor agropecuário. As crises ambientais que resultam da tendência persistente do capitalismo de esgotar os recursos naturais geram externalidades na natureza e na sociedade sem serem contabilizados dentro dos processos capitalistas de avaliação, produção e troca (BÖHM et al., 2012).

A dimensão de serviços econômicos com base nas questões ambientais é promissora e necessária, porém tais serviços de melhoria são tratados como produtos, pois partem do modelo consolidado de negócios empresariais que são em sua maioria bastante restritivos e inertes, que consequentemente dificulta o desenvolvimento de novas ferramentas, modelos e métodos que guiarão esta trajetória de transição (BISIAUX et al. 2014).

Assim, entramos nas questões que envolvem a política ambiental no ponto de vista do mercado, em que as estruturas sociais invocam racionalidades que diferem da lógica do mercado quando pensam em questões ambientais, isso apoia a necessidade de desenvolver arranjos

institucionais que possam levar em conta melhor a multidimensionalidade de valores que caracterizam as escolhas ambientais (VATN, 2005).

Existem mecanismos que foram criados para mitigar os impactos ambientais recorrentes das atividades antrópicas, porém esse tipo de iniciativa não contempla efetivamente a mitigação destes impactos, mas sim reproduz, aprofunda e perpetua as relações desiguais entre os países mais ricos, em relação aos países mais pobres (BÖHM et al., 2012).

Nesse contexto surge a alternativa da implementação de um modelo de gestão ambiental, que é apenas uma das maneiras de garantir a sustentabilidade da atividade econômica, mas também outros conceitos que podem ser aplicados em conjunto, como: produtos projetados para o meio ambiente, considerando sua avaliação do ciclo de vida; contabilidade de custos ambientais; sistemas complexos de gestão integrada (qualidade ambiental, ambiente-energia, segurança-ambiente); marcação ecológica dos produtos (MANGRA et al., 2014).

Segundo Uehara et al. (2010), a gestão ambiental consiste em um instrumento para a relação sociedade-natureza e possui inúmeras possibilidades de ações e de resultados, dependendo da missão e dos valores do sujeito que o propõe. Além disso, está associada à construção de uma forma de junção entre os diferentes campos do conhecimento para o enfrentamento de problemas que a compartimentalização científica convencional não é capaz de gerir. Acrescente-se a dimensão social que transcende as atividades puramente acadêmicas da formação universitária, consistindo em uma prática social e uma intervenção real que caracterizam a necessária prática interdisciplinar, afirma também o autor.

A gestão ambiental tem uma relação propositiva em relação às políticas de recursos humanos e práticas inovadoras, como no desenvolvimento de produtos que podem melhorar a proatividade do gerenciamento com adaptações orientadas por questões ambientais, como mudanças nos processos, planejamento em logística reversa e remanufatura, que podem explorar profundamente a relação entre práticas colaborativas na cadeia de suprimento e gestão ambiental (JABBOUR et al., 2012).

Quando se relaciona a gestão ambiental ao setor agropecuário deve-se pensar, inicialmente, em boas práticas de manejo, que são preconizadas pela conservação do solo, uso racional de recursos naturais, procedimentos operacionais adequados, entre outros. Tais práticas trazem diversos benefícios, como o aumento da produtividade, a redução de custos e a adequação ambiental, portanto deve haver uma conexão clara entre as variáveis ambientais e a adoção de boas práticas agrícolas, da mesma forma, as questões de atitudes devem ser específicas de comportamento e não universais (BAUMGART-GETZ et al., 2012). Os autores também sugerem que a abordagem entre os produtores rurais deve ser realizada em duas

camadas. A primeira teria um foco de implementação, visando os agricultores com maior probabilidade de adotar boas práticas de manejo que preconizem a inserção da variável ambiental, enquanto a segunda continuaria a aumentar a capacidade e a conscientização individuais, usando redes para informar outros agricultores sobre os benefícios da adoção de tais práticas.

É possível compreender a importância de modelos de gestão que compreendam a inserção da variável ambiental como fator de redução de riscos econômicos e operacionais, que consequentemente irão atuar na melhoria do desempenho das atividades e nos resultados positivos, principalmente quando se trabalha a produção agropecuária. No entanto, existe uma grande dificuldade em mensurar os resultados.

Devido às externalidades e às características de propriedade comum e bem público de pelo menos alguns desses serviços, não se pode confiar nas forças de mercado para guiá-los para seus usos mais valorizados, nem para revelar preços que reflitam seus verdadeiros valores sociais. As externalidades surgem quando uma variável real (não um preço) escolhida por um agente econômico entra na função de utilidade ou produção de outros agentes econômicos. Ineficiências podem ocorrer quando não há nenhum requisito ou incentivo para o primeiro agente levar em consideração o efeito sobre os outros ao fazer suas escolhas. (FREEMAN III et al., 2014 p 22)

Para Freeman III et al. (2014), a expansão da gama de recursos e problemas de gestão ambiental submetidos à análise econômica de custo-benefício foi desenvolvida primeiro para avaliar os valores econômicos líquidos, que retiraram insumos de fatores produtivos (terra, trabalho, capital e materiais) da economia para produzir resultados tangíveis, como energia hidrelétrica e transporte. Muitos dos produtos tinham contrapartes no mercado, de modo que a estimativa dos valores monetários era relativamente direta. O que antes era considerado não quantificável e, talvez, relativamente intangíveis e fora do domínio da análise econômica, agora são reconhecidos como fontes significativas de valor e questões centrais na análise das escolhas políticas, como a perda de biodiversidade, a preservação de espécies ameaçadas e sistemas ecológicos únicos.

Nesse contexto, uma das formas de mensurar o desempenho econômico, com vistas à inserção de modelo gestão com base na inserção da variável ambiental, se dá pelo método *Economic Value Added* (EVA®), ou Valor Econômico Agregado. Trata-se de um dispositivo

que ganhou notoriedade na década de 1990, formulado para avaliar a lucratividade de uma empresa, como uma medida de retorno incremental que o investimento obtém sobre a taxa de retorno do mercado. Tal dispositivo pode ser considerado o lucro operacional líquido menos um encargo apropriado para o custo de oportunidade de todo o capital investido em uma empresa, ou de uma maneira mais simplificada, o EVA® mede a rentabilidade líquida do custo de capital (SHARMA e KUMAR, 2010).

É importante destacar o EVA® nesse capítulo, pois foi uma das ferramentas utilizadas para validar as questões econômicas do presente trabalho

A técnica EVA® assume que o valor econômico agregado da empresa é o melhor indicador de criação de valor para o acionista e, portanto, deve ser a variável utilizada pelos gestores para a tomada de qualquer decisão. Além disso, é necessário fornecer incentivos para que os gestores usem o EVA® como sua variável-chave no processo de tomada de decisão. Seguindo as considerações teóricas da agência padrão, isso pode ser feito vinculando parte da remuneração gerencial ao EVA® (TORTELLA e BRUSCO, 2003 p. 3).

Os agroecossistemas são essenciais para o provisionamento, e o valor dos produtos que eles fornecem é medido prontamente usando uma análise de mercado padrão. Dependendo de sua estrutura e gestão, eles também podem contribuir com uma série de outros serviços ecossistêmicos, incluindo polinização, controle de pragas, diversidade genética para uso agrícola futuro, retenção do solo e regulação da fertilidade do solo, ciclagem de nutrientes e água. Os agroecossistemas também podem ser gerenciados para apoiar a biodiversidade e aumentar o sequestro de carbono, que são serviços ecossistêmicos globalmente importantes (POWER, 2010).

Todos os países enfrentam questões difíceis de troca econômica e ambiental associadas ao uso da terra rural, como a manutenção de meios de subsistência rurais e a proteção do meio ambiente (CARY e ROBERTS, 2011). O desenvolvimento sustentável exige que a sociedade satisfaça a demanda dos seus membros pelo aumento do potencial produtivo, mas também criando algumas condições de acesso equitativas aos recursos naturais para todos os membros da sociedade (MANGRA et al., 2014).

Os recursos ambientais devem ser considerados como um ativo que produz importantes serviços para os seres humanos e para todas as formas de vida, entretanto, sua capacidade de produzir tais serviços pode ser degradada. Nesse contexto, se insere o conceito de sustentabilidade como um critério para avaliar decisões que têm implicações ambientais, em

que essas decisões tomadas em curto prazo não tenham sérios impactos negativos no longo prazo (FIELD e FIELD, 2014).

3 SISTEMATIZAÇÃO DA PROPOSTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL NA FAZENDA MARINGÁ

3.1 Introdução

Como foi explanado no capítulo introdutório do presente trabalho, atualmente as questões ambientais estão cada vez mais em evidência, em que o setor da produção agropecuária se destaca. Existe um anseio por parte da sociedade para que o desenvolvimento ocorra de forma sustentável, em que os recursos naturais devem ser preservados para que não comprometa o futuro das próximas gerações (MILLER JR. 2007; LICHTFOUSE et al., 2009; COSTABEBER et al., 2013; BLOK e LEMMENS, 2015; CLARK e TILMAN, 2016).

No que se refere ao agronegócio, essas questões devem ser de vital preocupação, pois o desenvolvimento de suas atividades depende exclusivamente de fatores externos. Portanto, variáveis ambientais como clima, solo, relevo, atividade biológica, água, entre outras, estão intimamente ligadas ao seu desempenho econômico e operacional (PAOLETTI et al., 2011; COSTABEBER et al., 2013; LEVIDOW et al., 2014; MASSRUHÁ e LEITE, 2017).

A partir desta, premissa surge a necessidade de desenvolver ferramentas que traduzam a variável ambiental para o cotidiano das atividades ligadas ao agronegócio, uma vez que mesmo com todo o aparato tecnológico disponível para o setor, como máquinas, implementos, sensores, produtos químicos e biotecnologia, o desempenho econômico está aquém de seu potencial, pois a variável ambiental é de difícil compreensão, mas fundamental para o processo (MILLER JR., 2007; VANLOQUEREN; BARET, 2009; DORÉ et al., 2011; REGUERA et al., 2012; FOSTER, 2013; MASSRUHÁ; LEITE, 2017; DE CLERCQ et al., 2018; BRAUN et al., 2018).

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a metodologia de análise da paisagem como ferramenta para avaliação e diagnóstico ambiental, e consequentemente fornecer subsídios para o plano de gestão ambiental da empresa rural, com ênfase na inserção da variável ambiental em sua rotina de atividades .

3.2 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Maringá (Figura 2) e apresenta os resultados obtidos durante os anos 2014 e 2018. A propriedade rural se localizada no município de

Cristalina, estado de Goiás. Está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Samambaia, que por sua vez faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos, que compreende a Unidade de Gestão de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. A propriedade possui uma área de cerca de 2.000 hectares e tem como atividade comercial a produção de cereais, como soja, milho, feijão e trigo. Na Fazenda Maringá também se desenvolve a pecuária e, recentemente, inseriu a fruticultura, por meio da produção de uva, caqui e tangerina, em uma área de 6 hectares.

O clima predominante na região é do tipo Cwa, mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão, inverno seco e verões quentes, segundo classificação de Köppen. Os indicadores climáticos médios são 1.600 mm de precipitação pluvial anual, temperatura média de 22°C e 73% de umidade relativa do ar, caracterizando-se como uma região subtropical em que a temperatura média dos meses mais frios (junho e julho) situa-se em torno de 16°C (ROLIM, 2007).

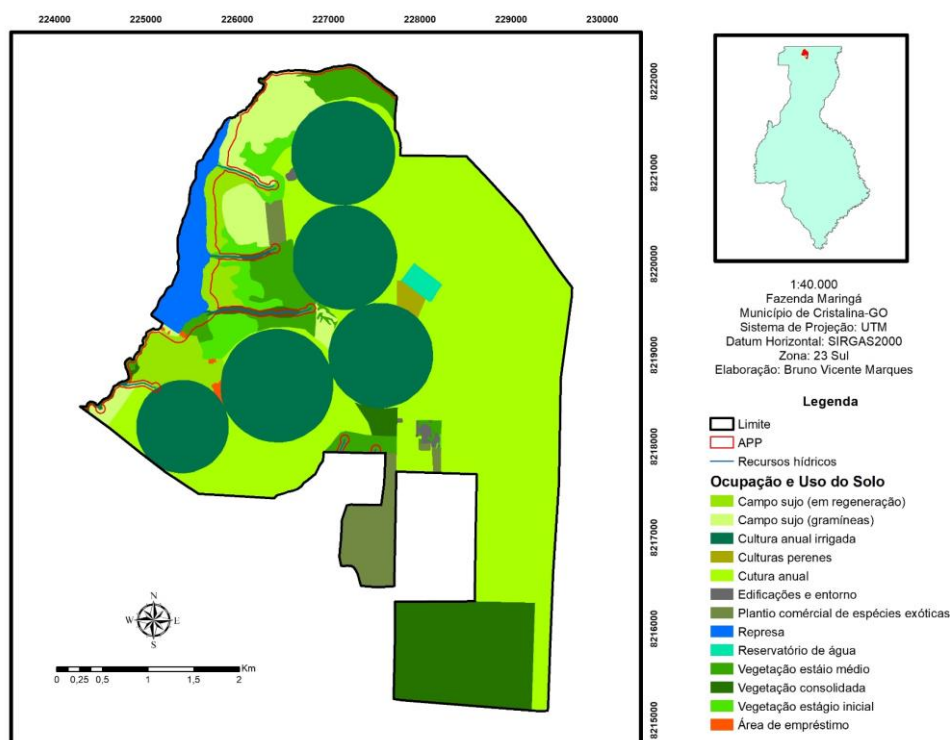


Figura 2. Delimitação geral das áreas de uso e ocupação do solo da Fazenda Maringá.

Como forma de complementar as informações do mapa de uso e ocupação do solo (Figura 1), foi composto um memorial descritivo da área de trabalho com as informações das situações ambientais, seu tamanho em hectares e valor percentual (Tabela 1).

Tabela 1. Memorial descritivo de uso e ocupação do solo da Fazenda Maringá.

SITUAÇÕES AMBIENTAIS		Área (ha)	Área (%)
Informações gerais	Área Total	2042,204	100
Ambiente de produção	Cultura anual	826,04	40,45
	Cultura anual irrigada	511,23	25,03
	Culturas perenes	7,59	0,37
	Plantio comercial de esp. exóticas	68,62	3,36
Ambiente de proteção	Área degradada	2,51	0,12
	Campo sujo (em regeneração)	84,19	4,12
	Campo sujo (gramíneas)	105,97	5,19
	Vegetação consolidada	198,65	9,73
	Vegetação estágio inicial	63,62	3,12
	Vegetação estágio médio	99,33	4,86
Outros usos	Represa	59,54	2,92
	Reservatório de água	9,42	0,46
	Edificações e entorno	5,50	0,27

Para a etapa de coleta de informação em campo foi elaborado um plano de amostragem pontual baseado nas informações de uso e ocupação do solo (Figura 2), onde foi realizada uma análise dos elementos de destaque da paisagem, com emprego da metodologia descrita por Medeiros et al. (2016) e Marques et al. (2021, no prelo). Essa abordagem se baseia na percepção dos impactos ambientais recorrentes, sua magnitude e intensidade à luz da observação do avaliador, de forma a traduzir quantitativamente e qualitativamente o que é visualizado na área em questão.

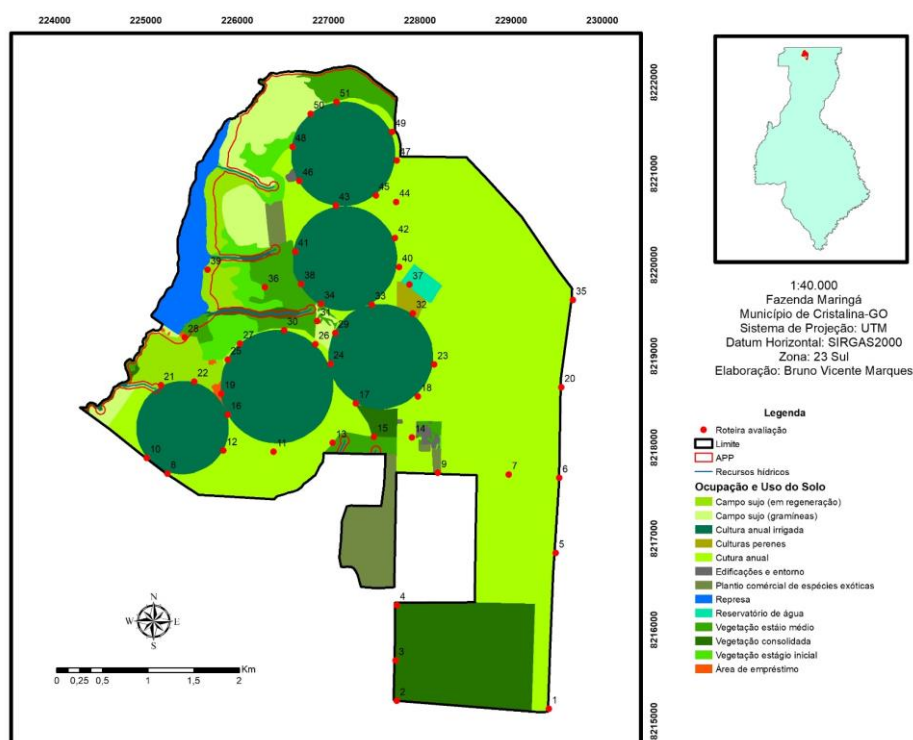


Figura 3. Roteiro de pontos para avaliação ambiental em campo.

Em cada ponto de avaliação se realiza uma análise visual em uma distância de 300 metros a partir do avaliador. Estratos mais longínquos não apresentam os detalhes suficientes para se realizar uma boa avaliação perceptiva, todavia esse fator depende do posicionamento do avaliador no cenário e da forma em que o relevo se apresenta.

A avaliação ocorre nos pontos elencados pelo plano de amostragem. Ao chegar no local, realiza-se uma análise visual geral do cenário e buscam-se indicadores estabelecidos como elementos de destaque na paisagem. Tais elementos são avaliados visualmente nos meios biótico, físico e antrópico da propriedade rural.

A escolha dos pontos ocorre de acordo com a complexidade da paisagem, bem como a acessibilidade aos locais. Na imagem apresentada anteriormente (Figura 3), é possível observar que os pontos de avaliação se distribuem por toda a propriedade, com o intuito de realizar uma varredura territorial, no entanto, os pontos de avaliação de concentram em cenários de maior complexidade e heterogeneidade na paisagem, no caso da fazenda Maringá, as áreas que correspondem aos fragmentos florestais, áreas irrigadas e estradas, enquanto os locais menos contemplados com pontos de avaliação correspondem a cenários menos complexos e homogêneos, como as áreas de produção agrícola em sequeiro.

De uma maneira geral é possível estratificar uma propriedade rural em dois grandes ambientes. O primeiro refere-se aos ambientes de produção, em que estão inseridas as lavouras,

pastagens, florestas comerciais, pomares, entre outros, ou seja, os locais destinados à produção, renda e economia da propriedade. O segundo corresponde aos ambientes de proteção, os quais representam as áreas de remanescentes de vegetação nativa e também aquelas atendem as legislações vigentes, como as Reservas Legais (RL) e as Áreas de Preservação Permanentes (APP). Dessa maneira, os ambientes de proteção exercem uma função fundamental para a propriedade rural, pois são responsáveis pelas interações ecossistêmicas e também como agentes de redução de impactos e prestação de serviços ambientais.

Dentro dos ambientes de produção e proteção é possível destacar três meios para caracterizar as questões ambientais de uma propriedade rural: meio biótico, meio físico e meio antrópico.

O meio biótico se caracteriza como todas as relações que envolvem flora e fauna, tanto no ambiente de produção quanto nos ambientes de proteção, quanto nos ambientes de produção. Na Tabela 2 pode-se visualizar os indicadores utilizados para essa avaliação e a descrição de suas características.

Tabela 2. Indicadores utilizados para a avaliação ambiental dos meio biótico com uso da análise da paisagem.

Densidade vegetal	Está relacionado a composição vegetal arbórea do fragmento, aliado a diversidade vegetal.
Diversidade vegetal	Está relacionada a presença de diferentes gêneros e espécies arbóreas, arbustivas e outros vegetais na paisagem
Regeneração natural	É referência para a capacidade de resiliência do meio, ou seja, as condições naturais que podem ser se reestabelecidas perante a intensidade da ocupação antrópica.
Dispersão de sementes	Está relacionado a atividade de fauna percebida pelo avaliador, como o ruído de aves, presença de insetos e rastros de mamíferos. Ambientes que apresentam maior complexidade ecológica (diversidade e densidade vegetal) tendem a ter maior atividade de fauna diversificada.
Contaminação biológica	Um fator de perturbação ambiental e que compromete o desenvolvimento dos ambientes de proteção é a presença de espécies exóticas ou nativas agressivas, pois apresentam características invasoras, não permitem o desenvolvimento de espécies nativas e reduz a longevidade natural das áreas.
Cobertura do solo	Entende-se que a cobertura vegetal do solo possui uma grande capacidade de conservação ambiental, portanto mesmo a presença de espécies exóticas se torna uma opção mais viável do que um solo descoberto.
Plantas invasoras	Presença de indivíduos vegetais que comprometem o sistema de produção, promovem a competição com as culturas implantadas, reduzem o potencial produtivo e dificultam o manejo do sistema.

O meio físico está relacionado com as dinâmicas entre solo, água, clima. Suas interações são fatores fundamentais para determinar a qualidade ambiental da paisagem. Para realizar as avaliações nesse meio foram utilizados os indicadores descritos na tabela a seguir (Tabela 3).

O meio antrópico é determinado pela interação das atividades humanas com o meio, seus impactos ambientais, sejam eles positivos ou negativos, sua capacidade de alterar a paisagem e a dinâmica natural. Os indicadores utilizados para avaliar o meio antrópico estão descritos na tabela a seguir (Tabela 4).

A análise dos dados se baseia em números índices, assim para obtenção dos valores de ponderação em cada um dos pontos avaliados foram atribuídos valores de 1 para cenários que apresentaram elementos de destaque relacionados a impactos ambientais negativos, alta vulnerabilidade ambiental e processos de degradação ambiental; enquanto para cenários que apresentaram elementos de destaque com impactos ambientais positivos, baixa vulnerabilidade ambiental e processos que promovem a conservação ambiental, de forma gradual e crescente, foram atribuídos valores mais elevados, em que o máximo para essa avaliação é 5.

Tabela 3. Indicadores utilizados para avaliar ambiental os meios físicos com uso da da análise da paisagem.

Vulnerabilidade das margens	Se refere ao potencial de impactos e contaminações que as margens dos rios estão sujeitas em decorrência da ocupação e do uso do solo
Vulnerabilidade das nascentes	Se refere ao potencial de impactos e contaminações que as nascentes dos rios estão sujeitas em decorrência da ocupação e do uso do solo
Processos erosivos	Indicador importante para entender o nível de conservação do solo e os impactos ambientais, principalmente provenientes das atividades agrícolas.
Deposição de sedimentos	Este indicador também está relacionado aos processos erosivos, resultam no acúmulo de material proveniente das regiões mais altas da bacia hidrográfica. A deposição de sedimentos, com o passar dos anos é responsável pela degradação dos corpos d'água que resulta em assoreamento.
Selamento superficial	Devido ao acúmulo de água e deposição de sedimentos, materiais finos carregam para os poros do solo, deixando de permitir que a infiltração ocorra, o que promove danos ambientais significativos no que se refere a dinâmica da água sobre o solo.
Solo pulverizado	Está relacionado com a agregação do solo em relação ao manejo do sistema, ao uso e conservação do solo com as culturas implantadas.
Drenagem	Está relacionado a vulnerabilidade ambiental da paisagem em relação a topografia, pois uma área que sofre por influência do fluxo de água na vertente é potencialmente vulnerável a recorrentes processos de degradação ambiental.

Tabela 4. Indicadores utilizados para avaliar ambiental os meios antrópicos com uso da análise da paisagem.

Ocupação	Relacionado principalmente com a forma como ocorrem a instalação das atividades humanas, as consequências ambientais e a capacidade de antropizar as paisagens.
Eficiência de práticas conservacionistas	São fundamentais para minimizar as ações antrópicas, relacionadas principalmente a ocupação do solo inadequada e geração de carga difusa. As práticas conservacionistas podem estar em todo o território, mas é no meio rural que se expressam mais.
Tráfego de veículos	Este indicador busca avaliar a intensidade do tráfego de veículos na região, pois quanto maior o fluxo de veículos, maiores são as possibilidades de impactos ambientais.
Condição da estrada	As estradas são vetores de impactos ambientais e sua deterioração está ligada a danos ambientais severos, como processos erosivos e geração de cargas difusas.
Risco de acidentes	O tráfego de veículos e as más condições das estradas potencializam a ocorrência de acidentes, que por sua vez podem gerar impactos significativos ao ambiente e a vida humana.
Risco de contaminação	Este indicador busca avaliar o potencial risco que as atividades humanas têm de contaminação ao meio, principalmente em decorrência da ocupação das áreas e sua vulnerabilidade.
Risco de incêndio	O risco de incêndio é bastante preocupante, pois compromete drasticamente a regeneração natural, principalmente de fragmentos florestais
Manejo do sistema	Está relacionado ao uso do solo pela produção agropecuária e sua relação com impactos ambientais e qualidade produtiva.
Vazios na lavoura	Indicam a qualidade da ocupação do solo pelas lavouras implantadas, espaços vazios podem indicar diversos fatores.
Vazios no pasto	Indicam a qualidade da ocupação do solo pelas pastagens implantadas, espaços vazios podem indicar diversos fatores.
Potencial de carga difusa	Capacidade que o ambiente de produção tem em contaminar o ambiente com suas atividades, principalmente as áreas mais sensíveis, como recursos hídricos.
Resíduos sólidos	A presença de resíduos sólidos depositados em locais inadequados é a expressão máxima dos danos ambientais provenientes do meio antrópico.

Tal procedimento possibilitou a obtenção de um índice de eficiência da paisagem para cada um dos cenários avaliados e posteriormente um índice geral para as propriedades rurais, com a seguinte equação:

$$IEP(n) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n y_i} * 100 \quad (1)$$

- IEP corresponde ao índice de eficiência da paisagem (%);
- n o número de elementos destacados da paisagem e analisados para cada ponto de amostragem;
- x_i corresponde à nota obtida no processo de avaliação (adimensional);
- y_i corresponde à nota máxima na escala de avaliação (adimensional).

Os resultados são divididos em 5 classes de valores, em que o menor índice possível para esta avaliação nos locais que sofrem maiores impactos ambientais negativos corresponde a 20% de acordo com a equação apresentada, pois a menor nota obtida é valorada em 1, portanto é possível tipificar os índices obtidos em classes, na qual a Classe E apresenta os níveis mais críticos de vulnerabilidade, fragilidade, danos e impactos ambientais e de forma crescente, a Classe A os níveis menos críticos. Esses resultados forneceram informações significativas acerca da situação ambiental da propriedade.

O processamento dos dados se iniciou pela análise dos índices de eficiência de paisagem coletados em campo, permitiu a leitura dos impactos e danos ambientais encontrados na propriedade rural. Em seguida os dados foram divididos entre as Classes A, B, C, D e E, para que assim se possa compreender o comportamento da dinâmica ambiental e como ela afeta a qualidade da propriedade rural, esse resultado é apresentado de forma gráfica.

Para compreender de forma visual no espaço físico da propriedade rural, utiliza-se de geoprocessamento para interpolar os índices obtidos nos seus correspondentes pontos avaliados. Essas informações fornecem diretrizes para a elaboração de um plano de gestão ambiental com o intuito de aumentar o índice de eficiência da paisagem para os ambientes da propriedade rural.

3.3 Resultados e discussões

A metodologia apresentada, que utiliza como referência a paisagem e suas alterações com as atividades antrópicas, permitiu analisar o processo de inserção do modelo de Gestão Ambiental na Fazenda Maringá entre os anos 2014 e 2018. A Tabela 5 apresenta uma análise estatística descritiva dos resultados obtidos na Fazenda Maringá no período de 2014 a 2018.

Tabela 5. Resultados da estatística descritiva para os Índices de Eficiência da Paisagem da fazenda Maringá entre os anos 2014 e 2018.

	2014	2015	2016	2017	2018
Média (%)	57,4	56,5	56,5	60,8	61,4
Erro padrão	1,40	1,8	1,5	2,0	1,7
Desvio padrão	10,8	13,5	11,3	14,9	11,9
Intervalo	43,8	52,7	45,2	55,50	48,7
Mínimo (%)	29,5	28,6	32,2	33,9	31,3
Máximo (%)	73,3	81,2	77,4	89,4	80,0
Contagem (n)	60	54	56	56	46

É possível notar uma certa estabilidade dos índices durante os três primeiros anos e um considerável avanço em 2017. A explanação sobre a ocorrência desse fenômeno se dá pela adaptação da propriedade e seus gestores ao modelo proposto, com ações mais sucintas e em aspectos pontuais. Porém, em 2017 é possível considerar que a variável ambiental foi inserida de maneira efetiva e plena na propriedade e seus efeitos começam a se fazer presentes na plenitude de seu território.

Como foi explanado anteriormente, a análise ambiental consiste em compreender o ambiente dividido em três meios, biótico, físico e antrópico (Figura 4). Dessa maneira o gráfico apresentado a seguir apresenta os resultados de cada um dos meios avaliados entre 2014 e 2018, bem como os resultados de eficiência de paisagem geral, representados pela média na Tabela 5.

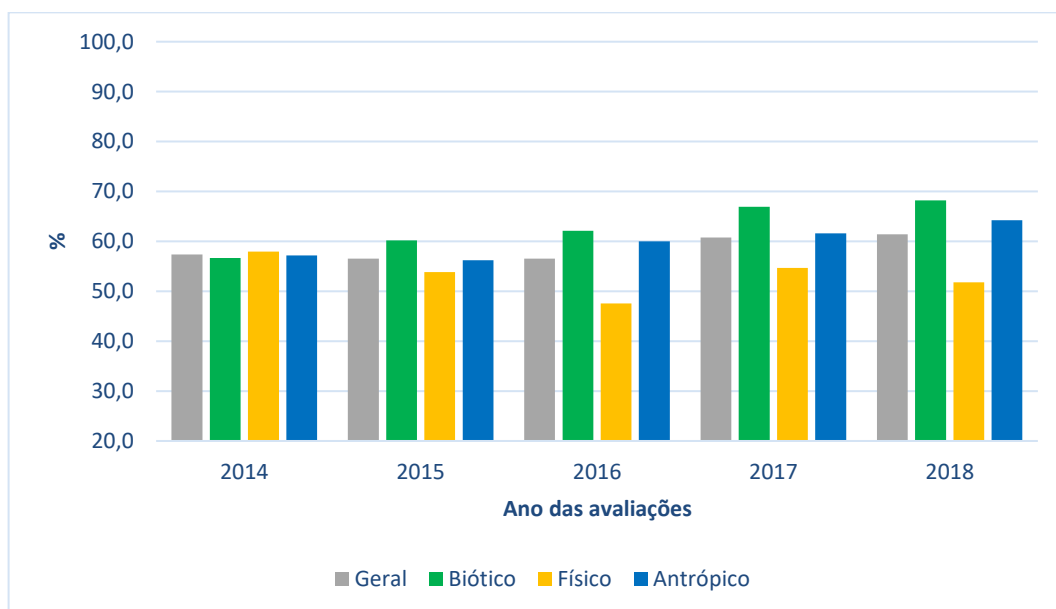


Figura 4. Distribuição percentual da avaliação ambiental em cada um dos meios avaliados.

É possível notar que mesmo com o aumento do Índices de Eficiência da Paisagem Geral se deve, principalmente, ao meio Biótico pela resiliência natural dos ambientes de proteção da propriedade e da região na qual está inserida. O IEP do meio biótico foi seguido pelo antrópico, relacionado à melhoria da qualidade dos processos produtivos e infraestrutura da propriedade, como as estradas. O meio físico apresentou as maiores oscilações no período avaliado, no entanto é plenamente aceitável tal resultado, uma vez que a dinâmica água e solo se comporta de maneira pouco previsível em uma propriedade rural.

Para entender o comportamento dos resultados obtidos, é possível distribuir os IEP em classes distintas e verificar sua frequência.

Uma vez que o menor índice a ser obtido é 20%, é possível estratificar a distribuição das notas em classes distintas, em que a “Classe E” representa os índices mais baixos, na qual ocorrem as ocorrências ambientais mais severas, enquanto sucessivamente a “Classe A” representa os índices mais obtidos mais elevados, ou seja, as áreas menos impactadas negativamente (MARQUES et al., 2021, no prelo), como mostra a Tabela 6.

Essa análise permite entender a frequência da distribuição dos índices nas classes e a evolução do IEP ao longo do período avaliado, em decorrência da implementação e manutenção do modelo de gestão (Figura 5).

Tabela 6. Classes de frequência de IEP.

Classes	Frequência (%)	
	Mínimo	Máximo
Classe A	85	100
Classe B	69	84
Classe C	53	68
Classe D	37	52
Classe E	20	36

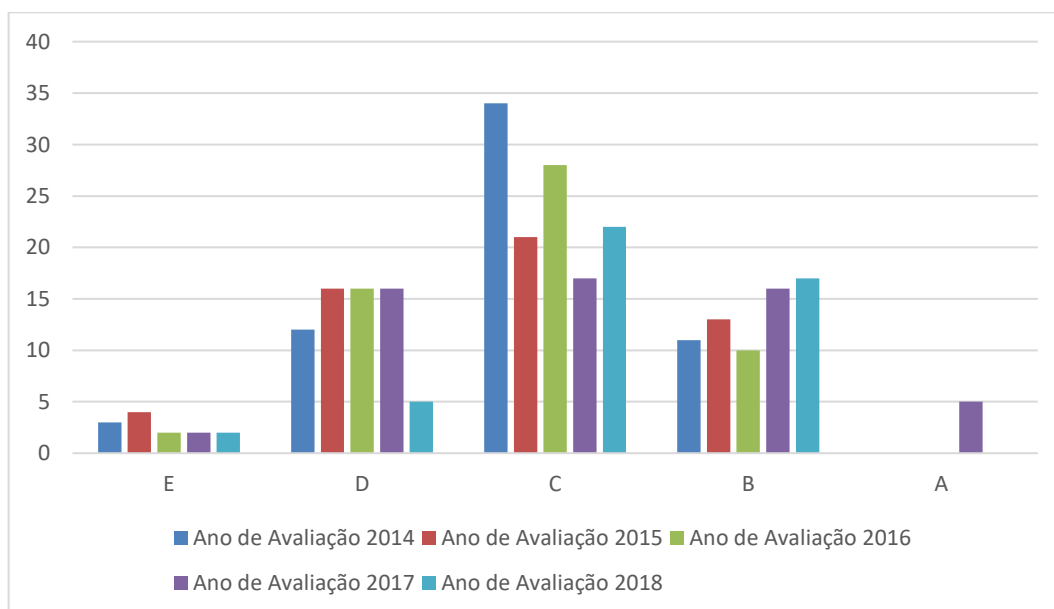


Figura 5. Análise da frequência dos IEP obtidos entre os anos 2014 e 2018.

Na Figura 5 pode-se visualizar que ao longo dos anos a inserção do Modelo de Gestão Ambiental conseguiu suprimir os IEP mais baixos, representados pelas Classes D e E, enquanto houve um aumento dos índices positivos, representados pelas Classes A e B. Essa análise é importante para compreender que o crescimento do valor geral do IEP (de 57,4% em 2014 a 61,4% em 2018) foi acompanhado por uma maior ocorrência de locais com as Classes mais

favoráveis de paisagem, demonstrando o efeito positivo da inserção e manutenção da variável ambiental.

O geoprocessamento permitiu a representação espacial dos resultados apresentados anteriormente, por meio da interpolação dos resultados e confecção de mapas. Atualmente para realizar um estudo dessa natureza em propriedades rurais é imprescindível o uso de tais ferramentas para gerar dados confiáveis e informações precisas.

Para Jakob e Young (2006) a interpolação é uma técnica utilizada para a estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região. Esta análise permitiu identificar quais são as regiões propriedade rural que sofrem maiores impactos ambientais negativos, possibilita a estratificação em classes de manejo distintas e fornece subsídios para a elaboração de um plano de gestão ambiental com o intuito de proporcionar o aumento índice de eficiência ambiental da paisagem para os ambientes de proteção da região.

De acordo com Carvalho e Assad (2005), utilizando recursos do geoprocessamento as informações foram interpoladas baseado em técnicas de geoestatística, que permite correlacionar as informações em um semivariograma e assim estimar valores em qualquer posição dentro do campo.

Utilizar a interpolação é uma escolha óbvia quando se trabalha com SIG, pois é modelada não apenas em termos de distância, mas também considera a similaridade semântica, a correlação espacial das características espaciais, além das propriedades locais das características espaciais (BHATTACHARJEE et al., 2014).

A interpolação também auxilia na interpretação dos dados pelo espectro visual, pois devido a simplicidade da apresentação gráfica, não necessita de treinamentos para entender o resultado apresentado (ZWEIG; WOLF, 2016).

Dessa maneira o uso do geoprocessamento permitiu a interpolação dos IEP, pelo método IDW (*Inverse Distance Weighting* ou Ponderação do Inverso das Distâncias), obtidos em seus respectivos pontos e tipificá-los em Classes de acordo com os resultados apresentados anteriormente. Os mapas apresentados a seguir fazem um comparativo da distribuição das classes entre 2017 e 2018 (Figura 6).

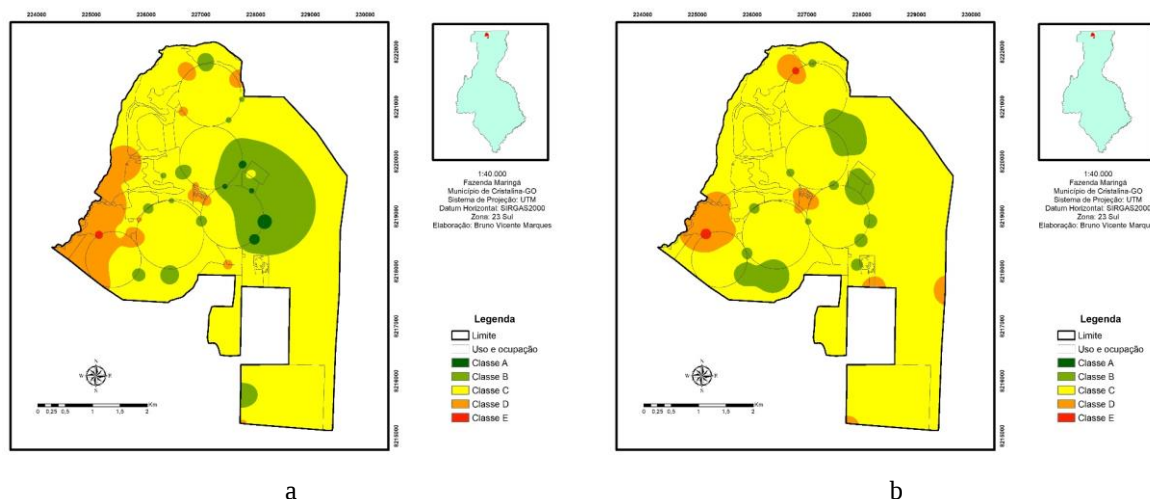


Figura 6. Comparativo de tipificação das áreas por classes de eficiência ambiental entre os anos 2017 (a) e 2018 (b).

Na comparação dos mapas, é possível analisar visualmente a distribuição das Classes Ambientais. Na Figura 6a se observa maior incidência em Classes A e B, que correspondem a aspectos ambientais positivos, no entanto também é possível observar que as Classes D e E predominam na região oeste do território.

Dessa maneira, é possível concluir que houve uma mitigação dos aspectos negativos da propriedade rural com a diminuição de áreas de Classe D e E. Mas como também houve uma alteração das classes de aspectos positivos, inclusive com a ausência de locais contemplados com a Classe A, demonstra que esse nível de gestão é bastante complexo e a inserção da variável ambiental ocorre de maneira dinâmica, pois muitos fatores estão atrelados aos ambientes de produção.

Mesmo com a ausência de situações que correspondem a Classe A em 2018 a situação apresentada traduz de forma visual a inserção da variável ao longo dos anos, pois é possível observar que ocorreu uma supressão nas regiões com aspectos negativos, que correspondem às Classes D e E. É possível destacar ações que remetem a mitigação de impactos ambientais inerentes à dinâmica da água e do solo nos ambientes de produção e proteção, bem como avanço na gestão da qualidade nas operações cotidianas, com mérito à equipe gestora e operacional da empresa.

3.4 Conclusões

A utilização da metodologia de análise de paisagem para avaliação ambiental forneceu subsídios para a elaboração do plano de gestão ambiental, bem como seus programas e projetos.

Mostrou ser uma técnica eficiente. No entanto, a metodologia necessita que o avaliador detenha um conhecimento sobre as ciências que tangem o ambiente em questão, pois a interpretação equivocada compromete a avaliação e consequentemente o planejamento e a gestão da propriedade rural.

O trabalho apresentado, sua metodologia e seus resultados tem plena condição de serem replicados em qualquer região do mundo, pois atua na construção de um plano de gestão ambiental que parte da experiência empírica da propriedade rural.

4 ANÁLISE DE DESEMPENHO ECONÔMICO COMO FATOR PREPONDERANTE PARA VALIDAÇÃO INSERÇÃO DA VARIÁVEL AMBIENTAL

4.1 Introdução

As questões econômicas estão intimamente relacionadas com as questões ambientais, e em junção com as questões sociais formam o denominado tripé da sustentabilidade. No entanto, ao analisar os diversos cenários de desenvolvimento, é possível chegar a conclusão que sem adequação e estabilidade ambiental, não existe prosperidade econômica e tão pouco social.

As pesquisas e as teorias apontam que para ocorrer o desenvolvimento sustentável o atual modelo de desenvolvimento econômico e social precisa ser pensado de forma a contemplar a inserção da variável ambiental em seu cotidiano e todas as suas rotinas, não deve ser norteado apenas para atender as demandas de mercado, mas sim ser o agente de transformação de toda a cadeia produtiva com base no sistema econômico vigente (VATN, 2005; CARY; ROBERTS, 2011; BÖHM et al., 2012; JABBOUR et al., 2012; BISIAUX et al. 2014; MANGRA et al., 2014).

O presente capítulo tem como objetivo fazer uma análise do desempenho econômico da Fazenda Maringá. Essa análise será em duas etapas, a primeira busca fazer um levantamento do Lucro Bruto da empresa entre os anos base produtivos de 2014 e 2018, bem como fazer um comparativo com anos anteriores, com o intuito de verificar se a inserção da variável ambiental com a implantação do Sistema de Gestão Ambiental desenvolvido surtiu efeitos positivos no balanço financeiro da empresa rural. A segunda etapa fará uma análise sobre a agregação de valor da Fazenda Maringá em conjunto com análises contábeis, norteadas pelo estudo de caso realizado por Lima (2019). Esses resultados também permitirão considerar se a gestão ambiental foi um fator preponderante para a melhoria do desempenho econômico da Fazenda Maringá.

Devemos considerar para esse capítulo que a Fazenda Maringá, durante esses anos, passou por diversos processos de adequação, isso inclui as questões administrativas e contábeis, fato esse que comprometeu uma parte da aquisição das informações ou aprofundamento na temática. No entanto, os dados apresentados, representam a realidade e um histórico do desenvolvimento do Sistema de Gestão Ambiental implementado na empresa.

4.2 Metodologia

4.2.1 Análise temporal do Lucro Bruto da Fazenda Maringá

A análise de seu desempenho econômico é uma das formas de verificar se a inserção da variável ambiental nas atividades da propriedade rural surte efeitos positivos, como a estabilidade produtiva e a redução de custo. Assim, é possível realizar uma análise inicial sobre a rentabilidade com seu Lucro Bruto, ainda sem levar em consideração uma análise detalhada sobre passivos, ativos, patrimônio líquido, custo médio ponderado de capital e outras análises contábeis mais específicas.

A forma de análise e obtenção dos resultados levou em consideração os seguintes parâmetros, considerando que o peso da saca corresponde à 60kg:

- Área plantada;
- Produtividade média (sacas por hectare);
- Custo de produção (R\$ por saca);
- Total da produção por cultura (sacas totais);
- Valor de comercialização.

Levando em consideração esses parâmetros é possível obter os valores referentes ao resultado de faturamento, resultado dos custos e lucro bruto percentual para cada cultura e em cada ano analisado, conforme as seguintes equações:

$$RF = Pm * Vc \quad (2)$$

Onde,

- RF corresponde ao faturamento total da produção;
- Pm corresponde à produtividade média total da produção;
- Vc corresponde ao valor de comercialização total da produção

$$RC = Pm * Cp \quad (3)$$

Onde,

- RC corresponde ao resultado dos custos totais da produção;
- Pm corresponde à produtividade média total da produção;

- C_p corresponde ao custo de produção total das culturas exploradas.

$$LB = \frac{RF - RC}{RC} * 100 \quad (4)$$

Onde,

- LB corresponde ao lucro bruto obtido percentual da produção;
- RF corresponde ao resultado de faturamento total da produção;
- RC corresponde ao resultado dos custos totais da produção.

O que é

Durante o período que corresponde a análise do presente trabalho a Fazenda Maringá teve como atividades comerciais soja, milho, trigo, feijão e pecuária, distribuídos da seguinte maneira:

- Milho irrigado
- Milho sequeiro;
- Milho 2ª safra (safrinha);
- Soja sequeiro;
- Soja irrigado;
- Feijão irrigado;
- Trigo irrigado;
- Pecuária.

A produção agropecuária é uma atividade dinâmica e que depende de diversos fatores, norteados principalmente pelo mercado de commodities, pela oferta e pela demanda de produtos do mercado nacional e internacional. Portanto, o tamanho das áreas e as culturas plantadas são bastante variáveis.

Cabe também ressaltar que 500 hectares dos ambientes de produção da Fazenda Maringá estão sob irrigação por pivô central, o que possibilita explorar culturas em períodos de seca, além de garantir o suprimento hídrico durante os momentos de escassez mesmo nas épocas chuvosas.

4.3 Resultados e discussões

Dentro dessa perspectiva de culturas inseridas no processo produtivo e com a base de cálculo para delimitar o Lucro Bruto da Fazenda Maringá podemos transcorrer para os resultados pertinente a esse capítulo.

As tabelas a seguir mostram a área de cada cultura plantada (Tabela 7), produtividade média (Tabela 8), custo de produção (Tabela 9), total da produção por cultura (Tabela 10) e o valor de comercialização das culturas (Tabela 11). Cabe ressaltar que, nos capítulos a abordagem do período de avaliação do presente trabalho, corresponde entre os anos 2014 e 2018. No entanto, para as análises econômicas, foram utilizados os históricos de anos anteriores, com início em 2012, com o objetivo de comparar a evolução econômica, principalmente no momento de inserção da variável ambiental na empresa. Cabe ressaltar que as análises que envolvem o desempenho da pecuária são trabalhadas de forma distinta à produção de produtos agrícolas, porém, os resultados financeiros se traduzem da mesma maneira.

Tabela 7. Área plantada por cultura na Fazenda Maringá representada por hectares no período 2012 e 2018.

Culturas	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Milho irrigado	400	200	100		200	200	80
Milho sequeiro	100	300	390	340	470	440	370
Milho 2ª safra (safrinha)			240	100		0	270
Soja sequeiro	910	705	1000	560	746	751,7	825
Soja irrigado			300	200	340	350	460
Feijão irrigado	400	120			120		0
Trigo irrigado			200	200	200	360	260
Pecuária			100	100	100	100	100
Total	1810	1325	2330	1500	2176	2201,7	2365

Tabela 8. Produtividade média por cultura na Fazenda Maringá representada em sacas por hectares entre os anos 2012 e 2018.

Culturas	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Milho irrigado	170	170	160		190	171,15	158
Milho sequeiro	160	160	190	180	180	130,01	163
Milho 2ª safra (safrinha)			122	110			175
Soja sequeiro	52	45	63	55	56	64,11	66,5
Soja irrigado			40	40	60	76,09	75,3
Feijão irrigado	48	45			45		
Trigo irrigado			110	120	110	110,21	103,5
Pecuária			44,5	44,5	45	50,4	70

Tabela 9. Custo de produção médio por cultura (R\$ por hectare) na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.

Culturas	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Milho irrigado	R\$ 18,00	R\$ 17,50	R\$ 17,50		R\$ 19,00	R\$ 17,87	R\$ 20,72
Milho sequeiro	R\$ 17,00	R\$ 16,00	R\$ 16,00	R\$ 17,00	R\$ 17,00	R\$ 23,75	R\$ 21,46
Milho 2ª safra (safrinha)			R\$ 14,00	R\$ 15,00			R\$ 18,23
Soja sequeiro	R\$ 40,00	R\$ 45,00	R\$ 45,00	R\$ 47,00	R\$ 47,00	R\$ 31,41	R\$ 38,36
Soja irrigado			R\$ 55,00	R\$ 60,00	R\$ 40,00	R\$ 27,86	R\$ 37,53
Feijão irrigado	R\$ 80,00	R\$ 80,00			R\$ 89,50		
Trigo irrigado			R\$ 30,00	R\$ 32,00	R\$ 34,60	R\$ 25,27	R\$ 26,40
Pecuária			R\$ 60,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 85,00
Total	R\$155,00	R\$158,50	R\$237,50	R\$241,00	R\$317,10	R\$196,17	R\$247,70

Tabela 10. Total da produção (sacas de 60kg) por cultura na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.

Culturas	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Milho irrigado	68.000,00	34.000,00	16.000,00		38.000,00	34.230,00	12.640,00
Milho sequeiro	16.000,00	48.000,00	74.100,00	61.200,00	84.600,00	57.204,40	60.310,00
Milho 2ª safra (safrinha)			29.280,00	11.000,00			47.250,00
Soja sequeiro	47.320,00	31.725,00	63.000,00	30.800,00	41.776,00	48.191,49	54.862,50
Soja irrigado			12.000,00	8.000,00	20.400,00	26.631,50	34.638,00
Feijão irrigado	19.200,00	5.400,00			5.400,00		
Trigo irrigado			22.000,00	24.000,00	22.000,00	39.675,60	26.910,00
Pecuária			4.450,00	4.450,00	4.500,00	5.040,00	7.000,00

Tabela 11. Valor de comercialização das culturas da Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018, em R\$ por saca e arroba, no caso da pecuária.

Culturas	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Milho irrigado	R\$ 20,00	R\$ 23,00	R\$ 25,00		R\$ 26,00	R\$ 28,00	R\$ 28,00
Milho sequeiro	R\$ 20,00	R\$ 23,00	R\$ 25,00	R\$ 27,50	R\$ 26,00	R\$ 20,30	R\$ 29,00
Milho 2ª safra (safrinha)			R\$ 25,00	R\$ 27,50	R\$ 28,50	R\$ -	R\$ 30,00
Soja sequeiro	R\$ 50,00	R\$ 60,00	R\$ 62,00	R\$ 68,00	R\$ 70,00	R\$ 59,60	R\$ 68,85
Soja irrigado			R\$ 62,00	R\$ 68,00	R\$ 70,00	R\$ 59,60	R\$ 68,85
Feijão irrigado	R\$165,00	R\$170,00			R\$130,00		
Trigo irrigado			R\$ 45,00	R\$ 47,00	R\$ 60,00	R\$ 48,00	R\$ 48,00
Pecuária			R\$130,00	R\$135,00	R\$138,00	R\$125,00	R\$135,00

De posse dos dados apresentados nas tabelas anteriores é possível analisar os resultados financeiros e obter os resultados pertinentes ao Lucro Bruto como indicador de desempenho econômico e financeiro da Fazenda Maringá. As tabelas a seguir apresentam os valores calculados para os Resultados de Faturamento (Tabela 12) e Resultados de Custos (Tabela 13).

Tabela 12. Resultado dos faturamentos totais de cada uma das culturas produzidas na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.

Culturas	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Milho irrigado	R\$ 1.360.000,00	R\$ 782.000,00	R\$ 400.000,00	R\$ -	R\$ 988.000,00	R\$ 958.440,00	R\$ 353.920,00
Milho sequeiro	R\$ 320.000,00	R\$ 1.104.000,00	R\$ 1.852.500,00	R\$ 1.683.000,00	R\$ 2.199.600,00	R\$ 1.161.249,32	R\$ 1.748.990,00
Milho 2ª safra (safrinha)	R\$ -	R\$ -	R\$ 732.000,00	R\$ 302.500,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.417.500,00
Soja sequeiro	R\$ 2.366.000,00	R\$ 1.903.500,00	R\$ 3.906.000,00	R\$ 2.094.400,00	R\$ 2.924.320,00	R\$ 2.872.212,63	R\$ 3.777.283,13
Soja irrigado	R\$ -	R\$ -	R\$ 744.000,00	R\$ 544.000,00	R\$ 1.428.000,00	R\$ 1.587.237,40	R\$ 2.384.826,30
Feijão irrigado	R\$ 3.168.000,00	R\$ 918.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 702.000,00	R\$ -	R\$ -
Trigo irrigado	R\$ -	R\$ -	R\$ 990.000,00	R\$ 1.128.000,00	R\$ 1.320.000,00	R\$ 1.904.428,80	R\$ 1.291.680,00
Pecuária	R\$ -	R\$ -	R\$ 578.500,00	R\$ 600.750,00	R\$ 621.000,00	R\$ 630.000,00	R\$ 945.000,00
Total	R\$ 7.214.000,00	R\$ 4.707.500,00	R\$ 9.203.000,00	R\$ 6.352.650,00	R\$ 10.182.920,00	R\$ 9.113.568,15	R\$ 11.919.199,43

Tabela 13. Resultado dos Custos de cada uma das culturas produzidas na Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.

Culturas	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Milho irrigado	R\$ 1.224.000,00	R\$ 595.000,00	R\$ 280.000,00	R\$ -	R\$ 722.000,00	R\$ 611.818,00	R\$ 261.940,80
Milho sequeiro	R\$ 272.000,00	R\$ 768.000,00	R\$ 1.185.600,00	R\$ 1.040.400,00	R\$ 1.438.200,00	R\$ 1.358.887,20	R\$ 1.294.400,60
Milho 2ª safra (safrinha)	R\$ -	R\$ -	R\$ 409.920,00	R\$ 165.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 861.300,00
Soja sequeiro	R\$ 1.892.800,00	R\$ 1.427.625,00	R\$ 2.835.000,00	R\$ 1.447.600,00	R\$ 1.963.472,00	R\$ 1.513.841,11	R\$ 2.104.517,25
Soja irrigado	R\$ -	R\$ -	R\$ 660.000,00	R\$ 480.000,00	R\$ 816.000,00	R\$ 741.958,00	R\$ 1.299.891,00
Feijão irrigado	R\$ 1.536.000,00	R\$ 432.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 483.300,00	R\$ -	R\$ -
Trigo irrigado	R\$ -	R\$ -	R\$ 660.000,00	R\$ 768.000,00	R\$ 761.200,00	R\$ 1.002.445,20	R\$ 710.327,80
Pecuária	R\$ -	R\$ -	R\$ 267.000,00	R\$ 311.500,00	R\$ 315.000,00	R\$ 352.800,00	R\$ 595.000,00
Total	R\$ 4.924.800,00	R\$ 3.222.625,00	R\$ 6.297.520,00	R\$ 4.212.500,00	R\$ 6.499.172,00	R\$ 5.581.749,51	R\$ 7.127.377,45

Os resultados apresentados nas Tabelas 12 e 13 permitiram obter o Lucro Bruto praticado pela Fazenda Maringá no decorrer dos anos analisados (Tabela 14). É possível observar que o Lucro Bruto Percentual manteve-se em 32%, no período de 2012 a 2014. A partir de 2015 os valores percentuais começaram a aumentar, atingindo um máximo de 40%, em 2018, ao fim do período das análises que compõe o presente trabalho.

Tabela 14. Lucro Bruto com base nos Resultados dos Faturamentos e nos Resultados dos Custos da Fazenda Maringá entre os anos 2012 e 2018.

ANO	Resultados de Faturamento		Resultados de Custos		Lucro Bruto (R\$)		Lucro Bruto (%)
2012	R\$	7.214.000,00	R\$	4.924.800,00	R\$	2.289.200,00	32%
2013	R\$	4.707.500,00	R\$	3.222.625,00	R\$	1.484.875,00	32%
2014	R\$	9.203.000,00	R\$	6.297.520,00	R\$	2.905.480,00	32%
2015	R\$	6.352.650,00	R\$	4.212.500,00	R\$	2.140.150,00	34%
2016	R\$	10.182.920,00	R\$	6.499.172,00	R\$	3.683.748,00	36%
2017	R\$	9.113.568,15	R\$	5.581.749,51	R\$	3.531.818,63	39%
2018	R\$	11.919.199,43	R\$	7.127.377,45	R\$	4.791.821,98	40%

Mediante o cenário apresentado surge a necessidade de compreender o desempenho da Fazenda Maringá com uma validação metodológica consolidada. Dessa maneira, Lima (2019) desenvolveu um estudo de grande interesse para os desdobramentos do presente trabalho, em que realizou uma análise financeira a partir da comparação da Fazenda Maringá com a empresa SLC Agrícola, que é uma empresa uma grande empresa nacional do agronegócio. A estratégia de adotar a SLC Agrícola se deu por dois fatores, uma das unidades da empresa está localizada no município de Cristalina, próxima da Fazenda Maringá, onde suas características ambientais são semelhantes; a empresa também possui ações negociadas na Bolsa de Valores, ou seja sua informações financeiras são públicas. Essa comparação, é de suma importância para uma parametrização dos dados da Fazenda Maringá ao contexto mundial do setor que a comporta, sendo neste trabalho representado pela SLC Agrícola.

Dentre os diversos pontos abordados pelo trabalho de Lima (2019), o destaque está nos estudos que correspondem à Agregação de Valor, que podemos determinar como Valor Econômico Agregado (EVA®). Estudos dessa natureza são importantes, pois o EVA® se constitui como uma das técnicas de gestão mais importantes e amplamente difundidas, também é a melhor medida de riqueza empresarial e deve ser a variável chave utilizada por gestores no processo de tomada de decisão (TORTELLA e BRUSCO, 2003).

Segundo Lima (2019) a fórmula utilizada para o cálculo do EVA® seria:

$$EVA = (ROI - WACC) * Investimentos \quad (5)$$

Onde,

- EVA corresponde ao Valor Econômico Agregado ;
- ROI corresponde ao Retorno Sobre Investimentos;
- WACC corresponde ao Custo Médio Ponderado de Capital.

Os resultados desse trabalho mostraram que, na apuração do EVA®, a Fazenda Maringá representou 10,7% , que demonstra que o retorno dos investimentos superou as expectativas de remuneração dos proprietários do capital, enquanto a SLC Agrícola esse valor apresentou-se menor, correspondendo a 6,54%. No entanto, é importante frisar que a comparação é um indicador de desempenho e que a empresa SLC Agrícola é uma das maiores referências mundiais em excelência na produção de alimentos.

4.4 Conclusões

Esse capítulo é de extrema importância para o presente trabalho, pois auxilia na compreensão da importância da inserção da variável ambiental a partir de um Sistema de Gestão Ambiental que preconize todas as questões relativas ao universo da produção agropecuária.

O emprego da metodologia utilizada, mostrou que o desempenho econômico de uma empresa rural está ligado com seu desempenho ambiental.

O estudo apresentado, como forma de complementar as análises apresentadas, mostrou que a Fazenda Maringá é capaz de agregar mais valor em suas atividades do que uma empresa de grande porte. É possível afirmar que um dos fatores que contribuiu para esse resultado comparativo foi a inserção da variável ambiental a partir do Sistema de Gestão Ambiental com as características apresentadas pelo presente trabalho.

No Entanto, o bom desempenho econômico da empresa está relacionado a outros fatores, principalmente às características particulares dos gestores da empresa, pois no contexto geral da produção agropecuária, sempre buscam a excelência. Portanto, os resultados de uma empresa estão relacionados ao seu modelo de gestão, em que a variável ambiental pode ser um dos fatores de melhoria de desempenho.

5 INSERÇÃO DA VARIÁVEL AMBIENTAL NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA FAZENDA MARINGÁ

5.1 Introdução

A Fazenda Maringá iniciou suas atividades no início da década de 90 com a migração da família Sato desde Toledo, estado do Paraná, até Cristalina, estado de Goiás. Nessa época a gestão da propriedade estava sob a responsabilidade do Sr. Massagi Sato e seu filho Marcelino Sato o auxiliava nas mais diversas atividades. O Sr. Massagi Sato foi o responsável pela instalação dos primeiro pivôs centrais na propriedade e pela construção da barragem que armazena e fornece água para esses equipamentos de irrigação. Com o passar dos anos, o Sr. Massagi Sato entregou a gestão da propriedade para seu filho Marcelino Sato, que trouxe seu filho, Leandro Sato, para auxiliar nessa tarefa. Da mesma maneira, em meados da década de 2010, Leandro Sato assumiu a gestão da Fazenda Maringá, enquanto Marcelino Sato e Massagi Sato passaram a atuar como conselheiros desse negócio familiar.

Esse relato inicial é importante para compreensão da linha sucessória da Fazenda Maringá e como ocorreu o processo de inserção da variável ambiental no negócio da família, pois a primeira geração teve o objetivo de explorar as terras e iniciar o processo de produção, enquanto a segunda geração atuou na incrementação da produção com a inserção da tecnologia e, por fim, a terceira geração vêm buscando a construção de um modelo de gestão, a partir da inserção da variável ambiental, com vistas à adequação da produção, melhoria contínua no emprego da tecnologia e da mão de obra, adequação econômica entre produção e custos, bem como o desenvolvimento sustentável com práticas conservacionistas e equilíbrio ecossistêmico

O presente trabalho teve início na Fazenda Maringá durante a gestão de Marcelino Sato, que sempre teve uma visão voltada para as questões ambientais, com o entendimento de que o ambiente é capaz de fornecer os subsídios necessários para potencializar a produção agropecuária. Seu grande anseio sempre foi conseguir produzir sem a aplicação de adubos químicos, além de sempre buscar a preservação ecológica. Essa visão foi fundamental para a implantação do Sistema de Gestão Ambiental e permitiu uma troca de saberes e experiências muito salutar.

A transição da gestão entre Marcelino Sato e Leandro Sato ocorreu de forma gradativa e no ano de 2015 ela foi efetivada. Leandro buscou manter o legado de seu avô e seu pai e também trouxe uma expertise de cunho mais técnico para a empresa, pois possui formação em

Engenharia de Produção e Engenharia Agrônômica, além de pertencer a uma geração mais familiarizada com novas tecnologias e com a temática ambiental. Dessa maneira, houve um avanço em relação ao desenvolvimento de trabalhos voltados para gestão de qualidade operacional, conservação do solo e preservação dos recursos naturais.

A inserção da variável ambiental na Fazenda Maringá ocorreu devido à implantação de Sistema de Gestão Ambiental voltado a produção agropecuária. A adoção desse sistema preconizou a mudança do modelo de produção, com o intuito de harmonizar a expertise da equipe da empresa, os recursos tecnológicos disponíveis, as boas práticas agrícolas e a preservação dos recursos naturais.

O presente capítulo tem como objetivo narrar o histórico de ações que permitiram implementar o Sistema de Gestão Ambiental da Fazenda Maringá. Apresentar o processo de elaboração do planejamento estratégico de produção agropecuária com vistas à inserção da variável ambiental nas rotinas e nos processos da empresa. Mostrar os casos concretos em que as boas práticas agroambientais adotadas proporcionaram resultados positivos no contexto geral da empresa e do território no qual está inserida.

5.2 Desenvolvimento

As palavras plano, programa, projeto são tomadas como quase sinônimas e frequentemente intercambiáveis, pois remetem ação humana, individual ou coletiva, orientada por um fim ou por uma intencionalidade. Elas se caracterizam por expressar um objetivo claro e consistente pela existência de instrumentos adequados para a obtenção dos fins propostos (DE PAULA, 2003). Um plano de gestão é o pressuposto principal para desencadear as atividades necessárias para proporcionar a resolução da problemática levantada, deve orientar a elaboração dos programas adequados e assim nortear as ações referentes aos projetos, suas especificidades, bases orçamentárias, alocação de recursos e cronogramas.

O plano de gestão dos ambientes de proteção e produção da fazenda Maringá deve ser baseado na melhoria dos meios bióticos, físicos e antrópicos.

A vulnerabilidade ambiental transformou as paisagens naturais das áreas em paisagens antropizadas, em consequência dessa alteração problemas como diminuição de fauna e flora, simplificação e contaminação biológica, processos erosivos, geração de cargas difusas, ou seja, perturbações ambientais, são recorrentes em toda extensão das áreas de produção agrícola (ANTROP, 2000; ANTROP, 2005; ZURLINI ET AL., 2012; POTSCHIN; HAINES-YOUNG,

2013). Portanto, faz-se necessário a criação de programas que atendam às necessidades dos meios bióticos, físicos e antrópicos e oriente a elaboração de projetos consistentes para alavancar a qualidade ambiental da produção agropecuária.

É possível sintetizar como estrutura do plano de gestão ambiental da Fazenda Maringá, da seguinte forma:

- **Programa de Gestão de Recursos Florestais:** está relacionado diretamente com a gestão dos ambientes de proteção da propriedade rural e tem por objetivo promover a diversidade da flora e da fauna local, por meio da conectividade de fragmentos florestais. Além disso, se propõe a contribuir para a infiltração de água no solo e garantir a qualidade desse recurso natural essencial para a produção irrigada, controlar o clima e mitigar parte dos impactos causados pelas atividades antrópicas. Por meio dessa ações, pretende exceder a expectativa da legislação vigente presente no Código Florestal Brasileiro, com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Este programa também estrutura ações de engenharia e gestão de proteção ambiental, principalmente relacionadas aos danos ambientais inerentes às ações antrópicas, como o risco de incêndio, por meio de projetos de prevenção e combate a este tipo de impacto.
- **Programa de Preservação dos Recursos Naturais e Conservação dos Solos:** a gestão da água e dos solos em uma propriedade agrícola é fundamental, pois consiste no entendimento das relações ambientais entre a produção rural, antropização da paisagem e os impactos ambientais oriundos desses processos. Portanto, o programa tem como objetivo identificar quais são os pontos impactantes do ambiente de produção e mitigá-los, a partir da inserção de práticas de conservação do solo para preservar os recursos naturais e garantir a longevidade de uso. Dessa forma potencializar os serviços ambientais que podem ser prestados exclusivamente pela produção agropecuária, além de busca pela redução dos custos e , se possível, aumentar a produtividade.
- **Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:** a questão dos resíduos sólidos em uma propriedade rural deve ser tratada de uma maneira muito especial, pois muitas vezes são descartados de maneira incorreta e causam impactos ambientais gravíssimos. Portanto, esse programa busca organizar um modelo de gestão mais eficiente para as questões relacionadas com os resíduos sólidos com foco na qualidade ambiental, a seleção e classificação, a reciclagem e a redução efetiva de material destinado aos aterros.

- **Programa de Segurança e Saúde no Trabalho:** tem como objetivo minimizar os riscos dos trabalhadores da propriedade perante as questões que envolvem sua segurança e saúde, busca orientar sobre o melhor método dos processos garantindo a qualidade da operação e a integridade física do operador. Dentro desse programa também é possível configurar a estrutura de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), bem como uma Brigada de Incêndio, pois a inflamabilidade nas propriedades rurais são constantes no Cerrado brasileiro.
- **Programa de Relações Socioambientais:** trabalhar a gestão ambiental em uma propriedade rural significa inserir a variável socioambiental em todos os envolvidos em seu cotidiano, pois o trabalhador rural muitas vezes está inserido com sua família. Portanto, esse programa visa garantir a sustentabilidade social de todos os agentes, saneamento básico, saúde, educação, lazer e a promoção de todos os direitos que estiverem ao alcance para promover a qualidade de vida dos atores e colaboradores que integram as atividades da empresa e, se possível, expandir para a comunidade local e outras localidades.
- **Programa de Gestão da Qualidade:** garantir a qualidade rural é um desafio muito grande, portanto esse programa tem como objetivo promover a variável ambiental a partir da união de todos os programas anteriores e com a definição de cargos, funções, procedimentos e padrões. Busca criar uma arquitetura organizacional para a gestão administrativa, gerencial e operacional, com vistas a desenvolver um sistema integrado de ações, com otimização da produção e obtenção de melhores resultados, desenvolvimento do viés social e econômico, com uma produção agropecuária de excelência.

Os programas elencados podem servir como norteadores para outras ações de implementação em empresas rurais, no entanto, os projetos desenvolvidos tem características e prioridades particulares. O organograma a seguir sintetiza a estrutura de planejamento do Sistema de Gestão Ambiental e os projetos que foram pensados junto aos gestores da empresa para inserir a variável ambiental no contexto da Fazenda Maringá (Figura 7).

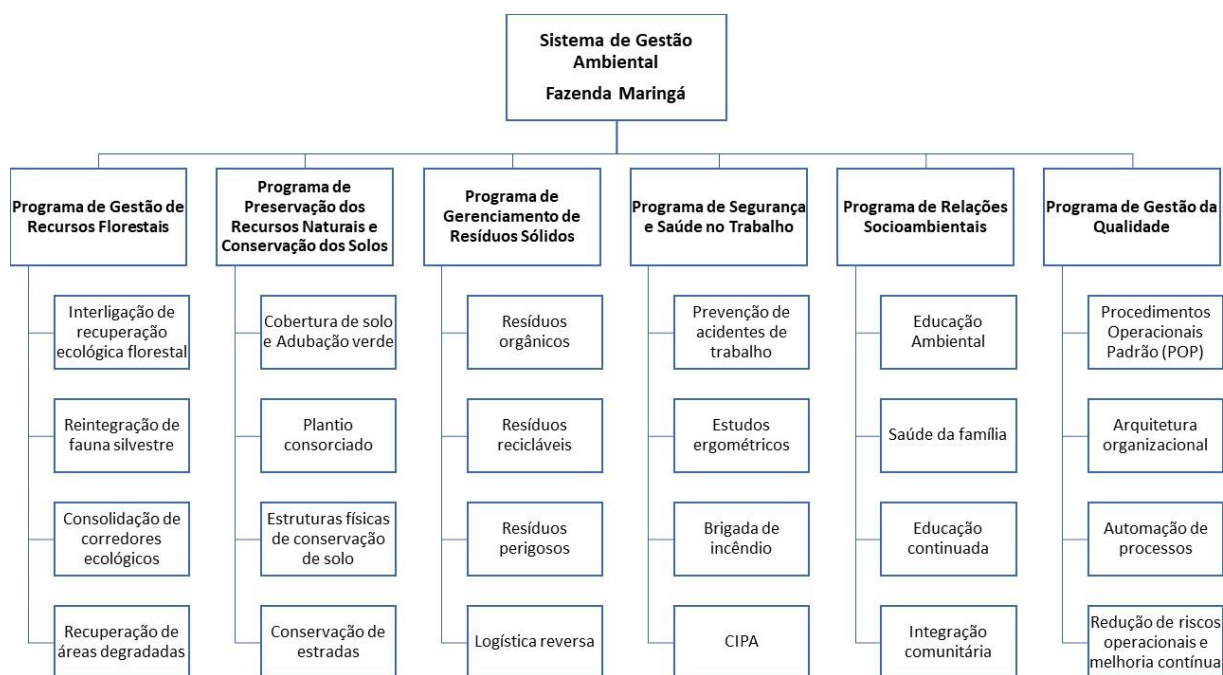


Figura 7. Organograma estrutural do Sistema de Gestão Ambiental da Fazenda Maringá, seus programas e projetos.

Cabe ressaltar que alguns programas elencados ainda não foram efetivamente implementados, mas fazem parte do cronograma do Sistema de Gestão Ambiental, portanto sua implementação ocorrerá de acordo com a disponibilidade de recursos financeiros, tecnológicos e humanos, pois necessitam de investimentos específicos, como é o caso dos programas de gestão de resíduos sólidos e o gerenciamento de recursos florestais.

Outra questão que cabe esclarecimento está no programa de segurança e saúde no trabalho, que é realizado por uma empresa terceirizada contratada desde o ano de 2013 para concretizar ações que tangem essa matéria.

5.3 Resultados e Discussão

O planejamento ambiental, bem como seus programa e projetos foram elaborados de forma conjunta com os gestores da empresa rural. A estrutura apresentada anteriormente representa o ideal da inserção da variável ambiental, à luz das expectativas dos gestores. No entanto, sua implementação não é algo simples, depende de muitos fatores como recursos financeiros, recursos humanos, recursos tecnológicos, entre outros.

Como foi explanado anteriormente, as ações de gestão ambiental na Fazenda Maringá foram norteadas principalmente por projetos que envolvem a Gestão da Qualidade, Preservação dos Recursos Naturais e Conservação dos Solos. A seguir se apresentam situações e resultados obtidos ao longo do processos de implementação do Sistema de Gestão ambiental na Fazenda Maringá.

5.3.1 Gestão da qualidade e procedimentos operacionais padrão (POP) para melhoria do desempenho tecnológico

A gestão a qualidade ganhou notoriedade no início da década de 1980, mas não se trata de uma invenção moderna, quando na verdade, a noção de qualidade é algo inerente do ser humano e se projeta em diversos atos de seu cotidiano (ANTÓNIO et al., 2016). Gerencialmente, a adoção de princípios da gestão da qualidade exercem um papel fundamental nas atividades de inovação, contudo é necessário ter prudência na identificação de fatores de inovação de qualidade, pois são norteados por fatores múltiplos, do qual muitos são exógenos da própria organização. Dessa maneira, é preciso priorizar os fatores mais adequados para sua realidade, do contrário, resultados indesejáveis podem ser obtidos (FERNANDES et al., 2014).

Dentro da proposta de gestão da qualidade da Fazenda Maringá optou-se pela adequação dos Procedimentos Operacionais Padrão das atividades relacionadas à produção agrícola, que são o preparo de solo, plantio, tratos culturais e colheita. A implementação desse procedimento tem como objetivo homogeneizar e diminuir os riscos operacionais, e assim trazer a responsabilidade das ações para um sistema único, em que a operação é o foco principal e não os operadores.

As imagens apresentadas a seguir ilustram os Procedimentos Operacionais Padrão (POP) desenvolvidos (Figuras 8, 9, 10 e 11), a partir de um mapa de processo que representa todas as etapas e fases. Dessa forma, foi possível consolidar uma etapa importante na gestão da qualidade da empresa.

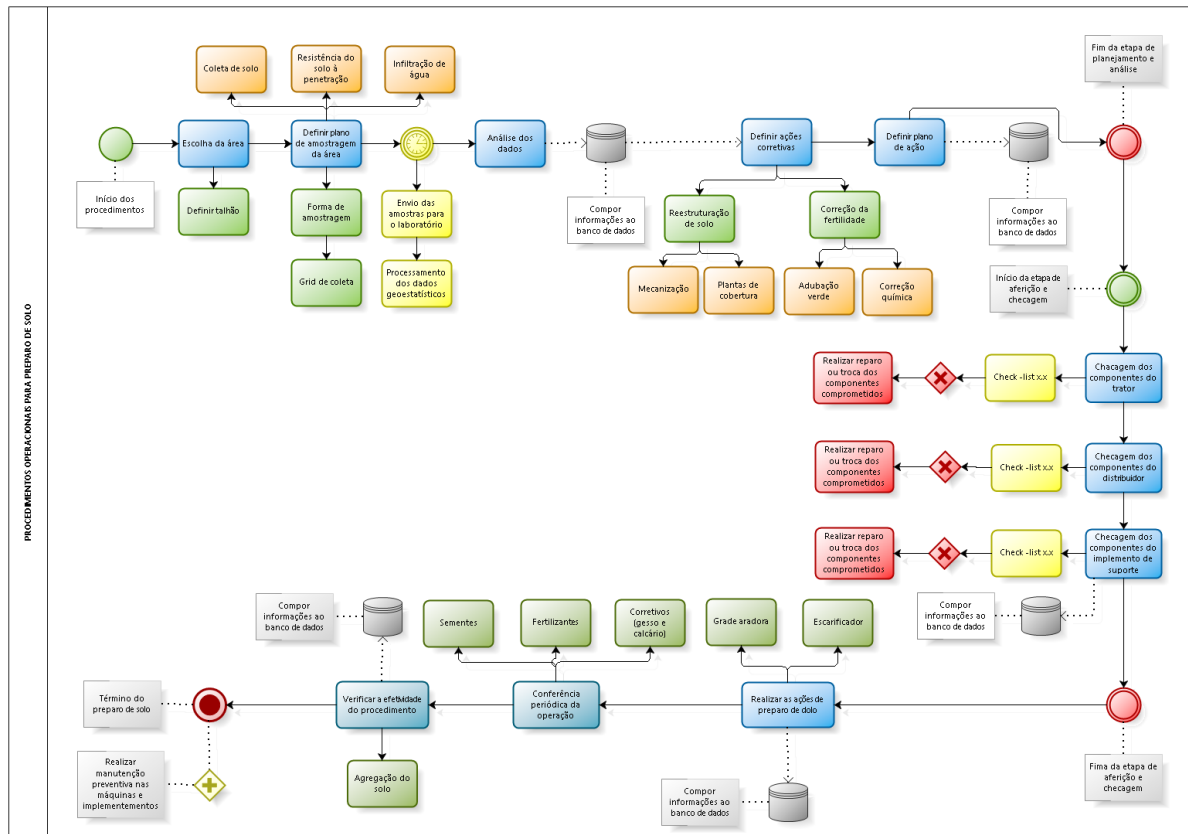


Figura 8. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de preparo de solo.

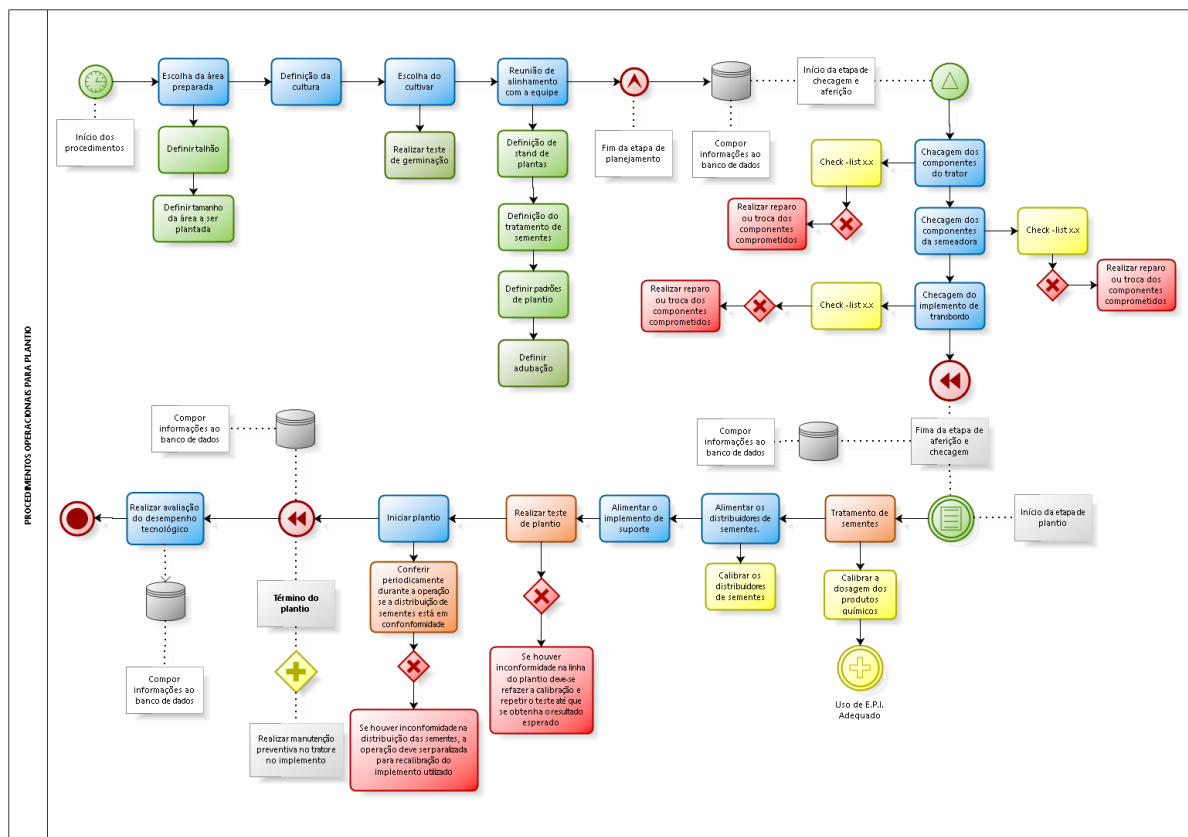


Figura 9. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de plantio.

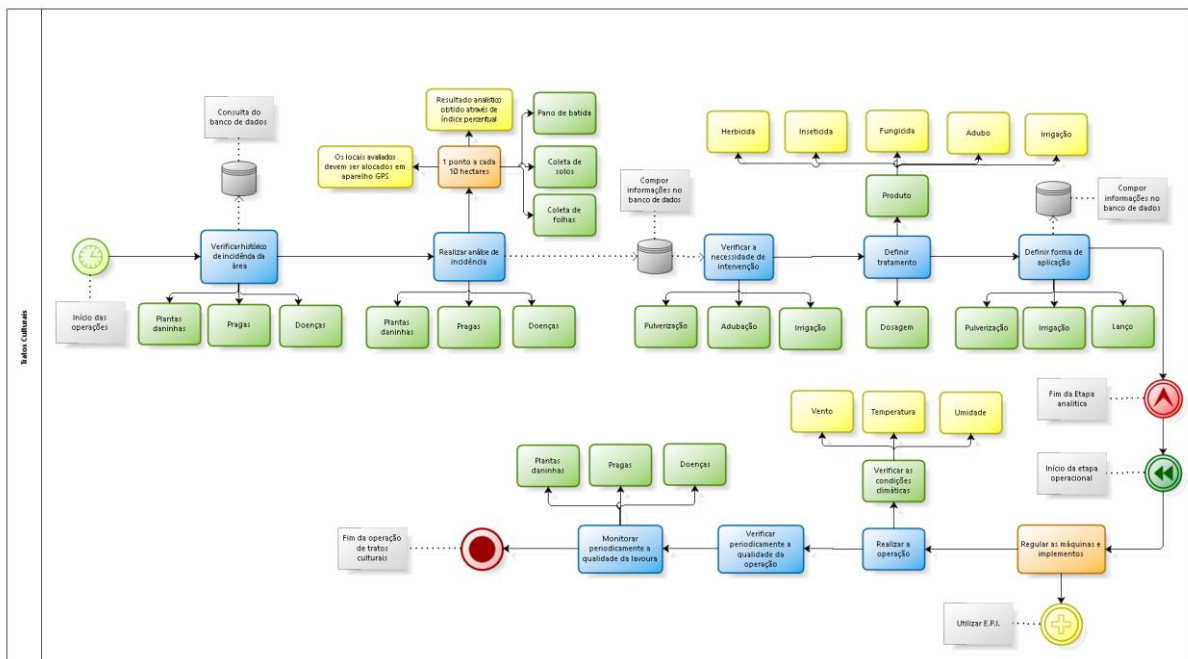


Figura 10. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de tratos culturais.

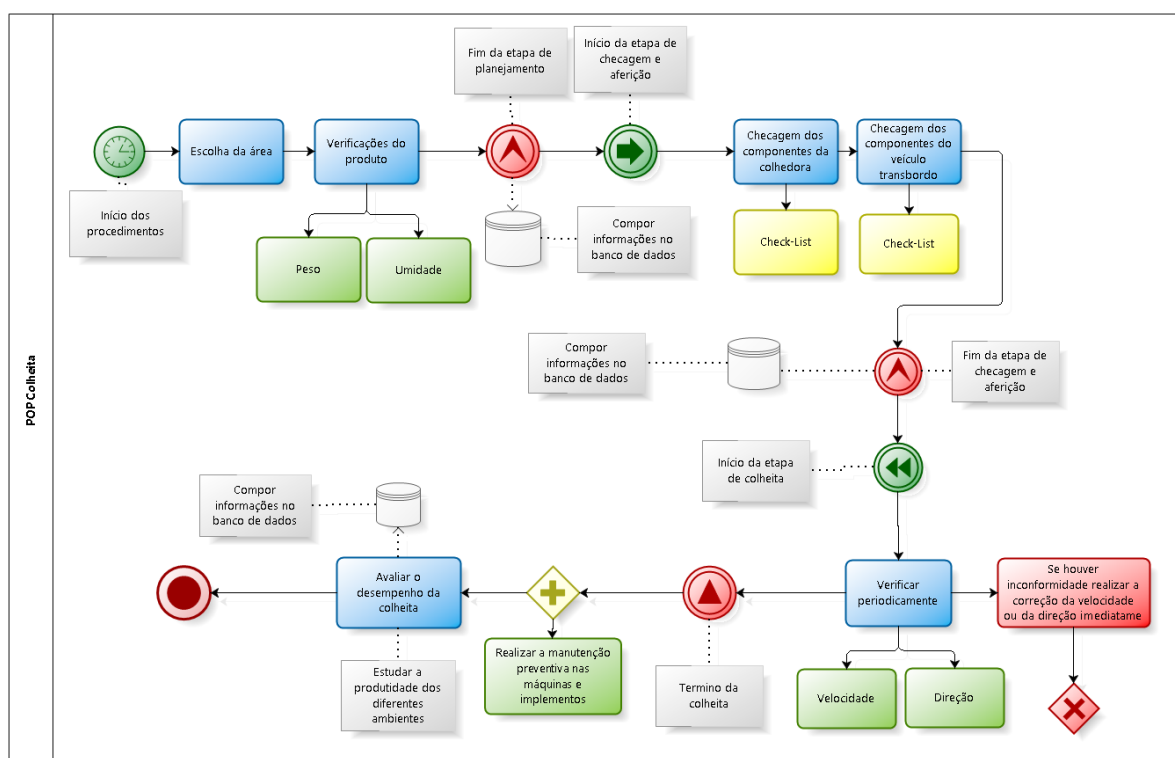


Figura 11. Organograma do procedimento operacional padrão elaborado para ações de colheita.

Foi possível observar que ao inserir procedimentos operacionais padrão houve uma melhoria na qualidade das operações, bem como a redução e otimização dos recursos empregados e, conseqüentemente, um aumento na produção das culturas implantadas em relação as médias produzidas na região.

O trabalho realizado por Marques et al. (2019) teve como objetivo apresentar uma metodologia para avaliação dos ambientes produtivos com base no desempenho tecnológico da Fazenda Maringá. A metodologia apresentada buscou avaliar se o arcabouço tecnológico empregado atendia as expectativas da unidade produtiva, atuando como uma ferramenta de melhoria contínua, pois permitiu identificar os pontos de melhoria para potencializar as tecnologias disponíveis, tanto no critério de aquisição no mercado quanto nos procedimentos operacionais internos.

Os autores avaliaram 41 pontos distribuídos nos ambientes produtivos distintos da Fazenda Maringá, três pivôs centrais e uma área de sequeiro, totalizando aproximadamente 400 hectares de área analisada, distribuídos entre 4 talhões (Pivô 1, Pivô 4, Pivô 9 e Talhão 140), como mostra o mapa a seguir (Figura 12)

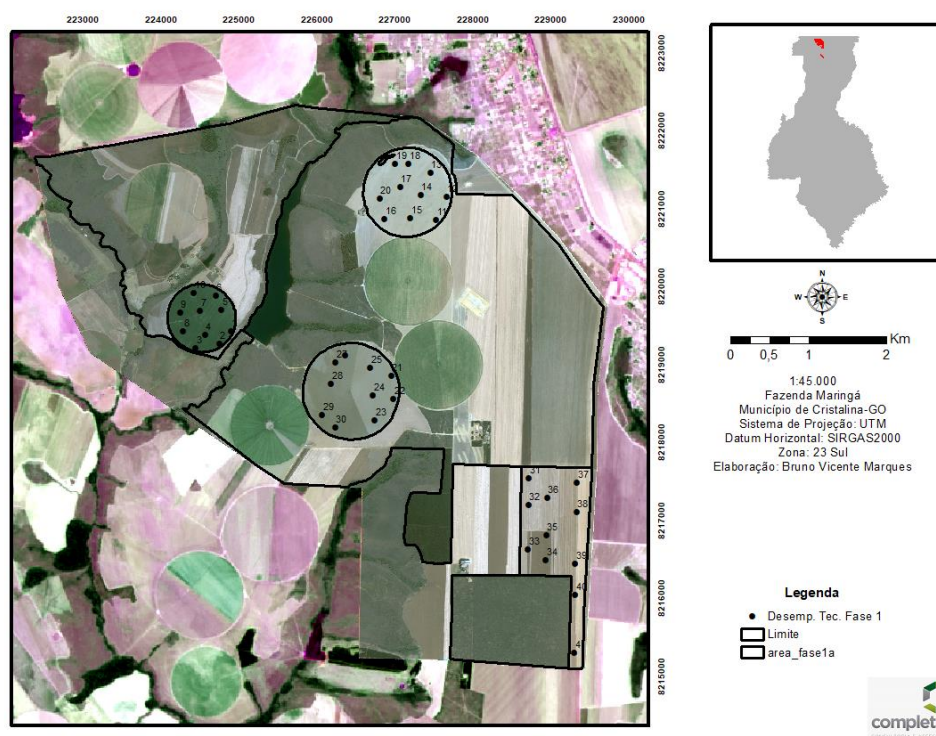


Figura 12. Localização dos pontos para Avaliação de Desempenho tecnológico na Fazenda Maringá.

O trabalho consiste em avaliar o *stand* de plantas em 2 metros lineares (1 metro em duas linhas paralelas) e se desenvolve pela composição de outros índices, que podem ser divididos em dois blocos. O primeiro desses blocos está relacionado a índices baseados em medidas quantitativas realizadas na lavoura, como a eficiência do plantio (IEP); falhas na semeadura tanto por uma população inferior (IEA) ou superior (IED) aquela preconizada pelos gestores; ao manejo das tecnologias da propriedade relacionados a pragas, doenças, fertilizantes (IPD e IPE). O segundo bloco de indicadores se baseou em avaliações perceptivas e visuais da aparência (IAp) e vigor da planta (IVg), sendo seu cálculo fundamentado nos princípios da análise de paisagem, descritos por Medeiros et al. (2016) e Marques et al. (2021, no prelo). A imagem a seguir ilustra um local avaliado em campo (Figura 13).



Figura 13. Método de avaliação em campo para análise de Desempenho Tecnológico na cultura da soja.

Esse trabalho gerou um Índice de Desenvolvimento Tecnológico (IDT) com base nas análises realizadas nos parâmetros de plantio, falhas na semeadura, manejo das tecnologias da propriedade relacionados a pragas, doenças, fertilizantes, além de avaliações perceptivas e visuais da aparência e vigor da planta. A equação a seguir mostra a forma de estimar o IDT.

$$IDT = \frac{IEP+IEA+IED+IM+IE+IAp+IVg}{7} \quad (6)$$

Onde,

- IDT corresponde ao Índice de Desempenho Tecnológico (%),
- IEP o Índice de Eficiência de Plantio (%),
- IEA o Índice de Espaçamento Alongado (%);
- IED o Índice de Espaçamento Duplo (%); IPD o Índice de Plantas Débeis (%),
- IPE o Índice de Plantas Exuberantes (%),
- IAp o Índice de Aparência (%),

- IVg o Índice de Vigor (%).

Os resultados de IDT obtidos do histograma permitiram a definição de intervalos de classe de frequência que embasaram a tipificação da área de produção de soja da Fazenda Maringá. Nessa tipificação, a área de produção foi dividida considerando 5 classes de valores de IDT, variando de A a E, sendo que o menor índice de desempenho tecnológico possível era de 20%, correspondente à Classe E. Portanto, a Classe A corresponde aos locais nos quais os índices obtidos foram os mais elevados, representando o melhor uso do acervo tecnológico empregado. Já a “Classe E” representa aquela nas quais o IDT teve pior desempenho.

Os resultados dos índices compuseram o IDT podem ser visualizados na Tabela 1. Sendo estimado a partir da média aritmética dos índices avaliados, observa-se que o IVg se destacou entre aqueles que compuseram o IDT. Esse desempenho destacado provavelmente foi influenciado pelo material genético das sementes de soja utilizadas na Fazenda Maringá, o qual vem sendo desenvolvido para as condições específicas do cerrado brasileiro.

Tabela 15. Resultados obtidos para cada um dos índices que compuseram o Índice de Desenvolvimento Tecnológico (IDT).

Índices	Valores Obtidos (%)
Índice de Eficiência do Plantio (IEP)	94,89
Índice de Espaçamento Alongado (IEA)	92,87
Índice de Espaçamento Duplo (IED)	86,81
Índice de Plantas Débeis (IPD)	97,83
Índice de Plantas Exuberantes (IPE)	94,09
Índice de Aparência (IAp)	96,00
Índice de Vigor (IVg)	100,00

Assim, o resultado da interpolação pode ser visualizado na Figura 14, que ilustra a variabilidade espacial do desempenho tecnológico das lavouras avaliadas na Fazenda Maringá.

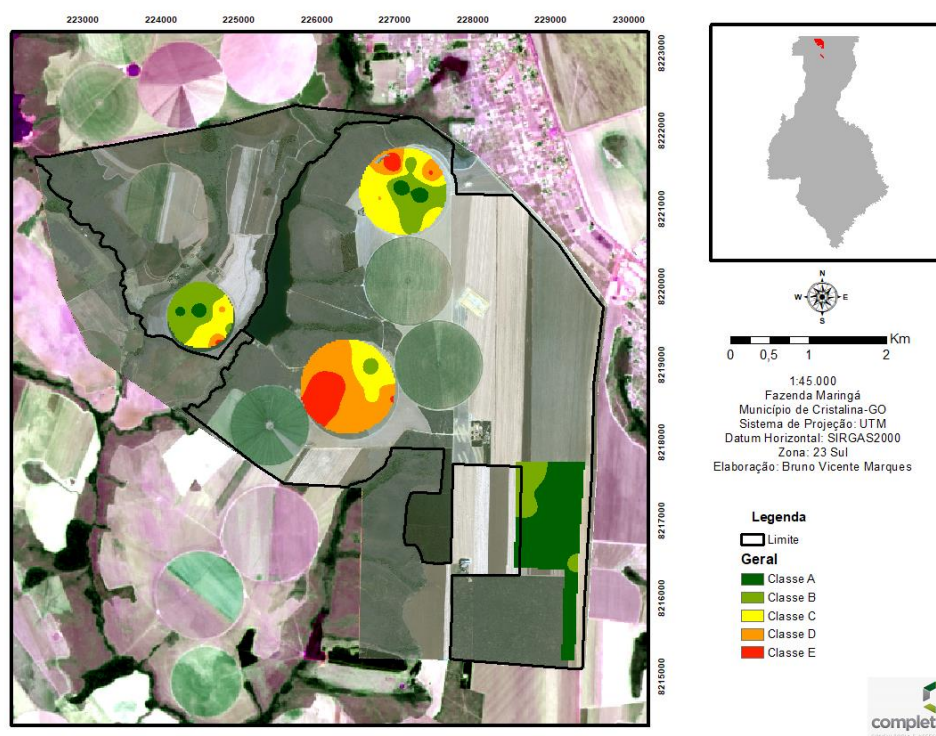


Figura 14. Mapa que representa as diferentes classes e resultados obtidos nas áreas avaliadas.

A avaliação mostrou que a Fazenda Maringá obteve um IDT médio de 94,6%, demonstrando um bom uso das alternativas tecnológicas empregadas pela empresa que está localizada em uma região com elevados índices de produtividade de grãos e com emprego de agricultura irrigada.

O autores concluíram que a utilização de índices que contemplem diferentes desdobramentos do uso de tecnologias em áreas de produção agrícola do cerrado, permitem identificar aspectos a serem priorizados nas ações de planejamento e gestão na abrangência da propriedade rural. Nesse contexto, o Índice de Desenvolvimento Tecnológico (IDT) se mostrou uma técnica eficiente e forneceu subsídios para a elaboração de programas e projetos de construção de ambientes produtivos na Fazenda Maringá.

Como forma de elucidar a importância da gestão da qualidade dentro do processo de implementação da gestão ambiental, com boas práticas e a inserção da variável ambiental, é possível destacar que a produção de soja e milho, que são culturas de referência da produção brasileira, estão acima da média da região.

A Figura 15 mostra o padrão de produção da cultura da soja na Fazenda Maringá, uma imagem emblemática quando se trata da gestão da qualidade no processo de construção dos ambientes de produção. Pode-se observar a uniformidade, a aparência e o vigor da cultura,

remetendo um excelente desempenho tecnológico e produtivo, conforme ilustrado pelo estudo apresentado anteriormente.



Figura 15. Padrão uniformidade de produção na cultura da soja na Fazenda Maringá.

A colheita da soja na safra de 2019 obteve uma média de 80 sacas por hectare, enquanto o milho obteve média de 200 sacas por hectare. Na região de Cristalina, a média produtiva da cultura da soja está em torno de 65 sacas por hectare, enquanto para cultura do milho, a média regional está em torno das 130 sacas por hectare.

No caso da cultura do milho, foi possível obter esse alto índice produtivo com emprego de tecnologia de menor custo, pois foi utilizado um cultivar convencional, sem a inserção de transgenia. Enquanto a cultura da soja, as safras anteriores produziram grão de alta qualidade, o que permitiu resgatar boa parte dos mesmos e utilizá-los como semente para a próxima safra, o que acarretou em de custos.

Os resultados apresentados mostram que a gestão da qualidade é um fator fundamental para a inserção da variável ambiental no sistema de gestão ambiental da empresa. Mostram que

apesar dos índices produtivos, o produto principal da Fazenda Maringá é a melhoria contínua dos ambientes de produção, com adequação ambiental e boas práticas agropecuárias.

5.3.2 Práticas de conservação ambiental para melhorar o desempenho dos ambientes de produção

Um dos fatores determinantes para a inserção da variável ambiental na Fazenda Maringá foi o enfoque em práticas de conservação de solo. Como foi explanado anteriormente, um dos objetivos do trabalho é ~~transformar~~ a construção de ambientes produtivos como o principal produto da empresa rural, em que soja, milho, feijão, trigo, proteínas e frutas são a estratégia econômica para viabilizar a nobre arte de agricultar.

Dessa perspectiva, o produtor rural, como empresário, é um agente social de serviços agroambientais, que obteve a permissão da sociedade para ocupar um determinado espaço e nele produzir da melhor forma possível, sob a perspectiva que se o desenvolvimento de suas atividades não for de excelência ele é excluído do negócio, pois se vê obrigado a vender totalmente ou parcialmente o patrimônio adquirido para que outras pessoas possam administrar, gerenciar e operacionalizar aqueles ambientes produtivos.

Dessa maneira, os gestores da Fazenda Maringá optaram por atuar de forma concisa na gestão dos ambientes produtivos, com prioridade para a conservação do solo. Na Figura 14 é possível observar o emprego do plantio direto, com cobertura de palhada e a construção de perfil de solo com matéria orgânica e atividade biológica diversificada, fatores que contribuem para a construção de ambiente produtivos (Figura 14).

Essas imagens mostram o compromisso dos gestores em consolidar práticas conservacionistas e ilustram os resultados obtidos, em que a estrutura de solo se apresenta consolidada efetivamente como um produto agroecossistêmico e traz a segurança em garantir a produtividade de acordo com o planejamento, bem como permite o investimento em tecnologias para auxiliarem na melhoria contínua de todas as atividades.



Figura 16. Plantio direto como prática de conservação de solo (a) e construção de perfil de solo com matéria orgânica e atividade biológica diversificada (b).

Outra estratégia adotada foi a inserção da Integração Lavoura Pecuária (ILP), que consiste em utilizar a produção pecuária como atividade complementar à produção agrícola. Essa prática adotada buscou auxiliar na concepção da inserção da variável ambiental e na construção de ambientes produtivos, uma vez que está alicerçada no sinergismo entre pastagens e culturas anuais, com a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; quebra de ciclo de doenças e redução de insetos-pragas e de plantas daninhas; redução de riscos econômicos pela diversificação de atividades; e redução de custo na recuperação e na renovação de pastagens em processo de degradação. (VILELA et al., 2011).

No Cerrado, vários sistemas de integração lavoura-pecuária são modulados de acordo com o perfil e os objetivos da fazenda, essas diferenças nos sistemas podem ser atribuídas às peculiaridades regionais e da propriedade, como condições de clima e de solo, infraestrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível. Três modalidades de integração se destacam: fazendas de pecuária, em que culturas de grãos (arroz, soja, milho e sorgo) são introduzidas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade dos pastos; fazendas especializadas em lavouras de grãos, que utilizam gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura de solo em sistema plantio direto, e, na entressafra, para uso da forragem na alimentação de bovinos ("safrinha de boi"); e fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação de pasto e lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo entre as duas atividades. Esses sistemas podem ser praticados por parcerias entre lavoureiros e pecuaristas. (VILELA et al., 2011 p. 1128).

A adoção dessa prática ocorreu devido a área irrigada por um dos pivôs centrais (Pivô 5) presentes na fazenda apresentou problemas de ordem física, pois houve afloramento de água, compactação do solo e processos erosivos de alta intensidade. Tais impactos ambientais influenciaram diretamente nos resultados produtivos.

Para mitigar os impactos e os danos ambientais foi sugerido que houvesse um período de pausa entre dois e três anos na produção agrícola naquela área do Pivô 5, priorizando a intensa cobertura de solo como forma de conter os processos erosivos, melhorar a agregação do solo e mitigar a compactação. Além disso, o desenvolvimento do sistema radicular auxiliaria na infiltração de água no sistema natural.

No entanto, a ação sugerida teria um impacto econômico que, em princípio, desfavorecia tal alternativa, pois a intermitência do processo produtivo comprometeria as expectativas de renda daquele pivô especificamente. O conselho gestor da empresa sugeriu então, como forma de suprir a necessidade de cobertura do solo, o emprego do Capim-Mombaça (*Panicum maximum*), com alta densidade de plantio, na média de 15kg de sementes por hectare e consequentemente a inserção da pecuária na fase de recria. A introdução da pecuária se iniciou no ano de 2013, conforme pode ser visualizado na formação da pastagem e na configuração dos piquetes da Figura 15.



Figura 17. Inserção do Capim-Mombaça com alta densidade de cobertura (a) e gado no ambiente de produção da Fazenda Maringá (b).

Os resultados alcançados pela inserção da pecuária como estratégia de gestão foi extremamente satisfatório. Em termos econômicos foi possível obter uma lotação de 8 UA (Unidade Animal) por hectare no período que corresponde ao verão, uma lotação bastante intensiva em relação à produção brasileira, que corresponde a 1,4 UA por hectare, com ganho

médio diário de 0,7kg por UA, com a utilização de sal mineral e pastagem. Os resultados financeiros foram equiparados com a produção de soja, com ganhos líquidos no ano de 2018 na ordem de R\$350.000,00 para uma área de 100 hectares, portanto os resultados obtidos em comparação à cultura da soja, correspondem 58 sacas.

As questões ambientais, que foram as reais motivações para a adoção dessa estratégia, mostraram que houve uma adequação no ambiente produtivo, com redução significativa dos impactos ambientais outrora identificados. A Figura 16 demonstra os ganhos ambientais obtidos pela implantação da pastagem, principalmente em relação ao seu sistema radicular, com alcance de mais de 2 metros de profundidade no solo, fator fundamental que corrobora com os serviços ambientais prestados pela produção agropecuária.

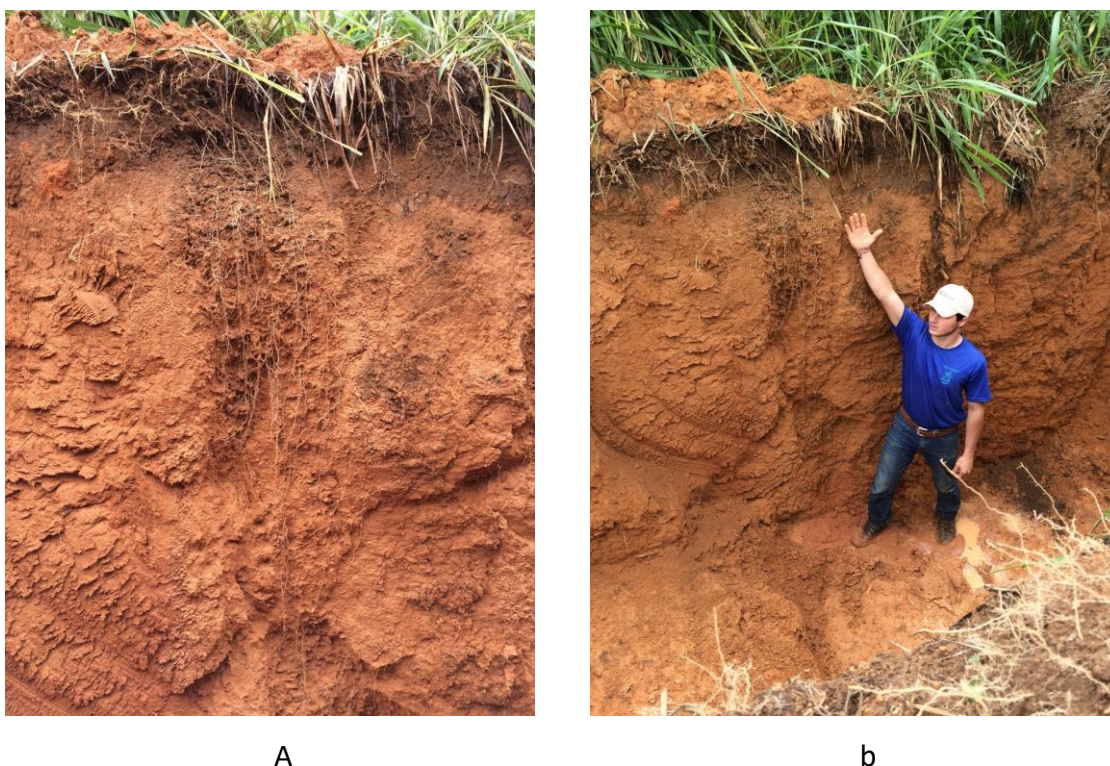


Figura 18. Sistema radicular obtido pela inserção da pastagem no ambiente de produção, contribuindo na prestação de serviços ambientais na inserção da variável ambiental.

Essa estratégia foi extremamente salutar e a empresa resolveu replicar os trabalhos em outra área de pivô central, que também apresentou alguns problemas físicos de cunho ambiental. Os resultados atingidos pela adoção dessa prática permitiram que a safra posterior à implantação da pecuária apresentasse uma produção até 10% acima da média observada para a soja e milho, em relação as outras áreas que não passaram por esse processo na Fazenda Maringá. A Figura 17 mostra a estrutura do solo e sua condição ambiental, bem como a possibilidade de melhoria

do desenvolvimento radicular das culturas após o término da etapa de pecuária já com produção agrícola. Essa imagem é bastante emblemática, pois sintetiza os resultados da inserção da variável ambiental e da construção de ambientes produtivos, em que é possível observar a estrutura de solo, o alto teor de matéria orgânica, o sistema radicular que auxilia na consolidação da atividade biológica no sistema produtivo. Portanto, é possível afirmar que esse é o padrão de ambiente produtivo que se almeja na totalidade da Fazenda Maringá.



Figura 19. Estrutura do ambiente de produção após o término da etapa de pecuária já com produção agrícola.

Uma outra estratégia adotada pela equipe gestora da Fazenda Maringá refere-se à logística no interior da propriedade, por meio do controle da qualidade das estradas internas da empresa. Existem dois fatores que devem ser levados em consideração, o primeiro é o fator ambiental, uma vez que as estradas são um dos maiores vetores de impactos ambientais,

principalmente no comprometimento dos ambientes de produção. O segundo fator se dá pelo fato de que os veículos, as máquinas e os implementos da empresa, circulam dentro da sua própria área. Dessa maneira, investir na qualidade das estradas é uma das maneiras de prezar pela integridade física e não depreciar esses patrimônios.

Prezar pela manutenção e qualidade das estradas é uma das maneiras de inserir a variável ambiental dentro das expectativas de gestão ambiental da Fazenda Maringá. A imagem a seguir apresenta o padrão de qualidade das estradas da Fazenda Maringá (Figura 18) e na sequência uma imagem aérea da que mostra as estruturas de conservação do solo para reduzir os impactos ambientais provocados pelas estradas (Figura 19).



Figura 20. Imagem aérea da Fazenda Maringá que mostra as estruturas de conservação do solo nas estradas.



Figura 21. Imagem que representa estrada de alta qualidade em sua concepção.

Dentro da proposta de diversificação produtiva, em 2017 a empresa apostou na implantação da fruticultura e destinou uma área de 7,5 hectares para produzir uva, caqui e tangerina.

A inserção desse novo módulo de ambiente de produção foi preconizada pela inserção da variável ambiental desde a sua concepção. A fruticultura tem um período de aproximadamente três anos até começar a ter um retorno econômico e produtivo, no entanto, os primeiros resultados já apontam uma boa expectativa econômica. Na Figura 20 pode-se visualizar a fruticultura implementada na Fazenda Maringá, com elementos de boas práticas agroambientais e conservação de solo.



a

b

Figura 22. Fruticultura implementada na Fazenda Maringá, com elementos de boas práticas agroambientais e conservação do solo.

O modelo de implementação da fruticultura na Fazenda Maringá foi desenvolvido à partir do conceito de inserção da variável ambiental, em que um ano antes de ocorrer o plantio da culturas perenes, houve a implementação da gramínea braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), como elemento de cobertura do solo e construção de ambientes produtivos. A inserção da gramínea permite que o solo esteja permanentemente coberto, bem como fornece um aporte de matéria orgânica constante, o que permite melhorar o desempenho produtivo e o balanço nutricional para as plantas.

É possível afirmar que a Fazenda Maringá passa por um processo constante de inserção da variável ambiental dentro de seu modelo de gestão, decisões são tomadas com as informações fornecidas, estudos e adoção de boas práticas agroambientais. Os resultados apresentados em capítulos anteriores corroboram com a realidade apresentada no presente capítulo.

Uma das formas de representar o efeito da inserção da variável ambiental e da implementação do Sistema de Gestão ambiental da Fazenda Maringá é apresentada por Marques e Medeiros (2019). Esses autores compararam a disponibilidade hídrica da barragem da Fazenda Maringá em relação a outras da Bacia Hidrográfica do Rio Samambaia, na qual a propriedade está inserida, no mês de setembro de 2017, período que coincide com o pico da estiagem e o final do ciclo de irrigação. As imagens a seguir (Figura 21) mostram que nesse período a barragem da Fazenda Maringá armazenava aproximadamente 70% de seu volume potencial de acumulação, enquanto a barragem de outra propriedade apresentava um volume menor que 20% de sua capacidade de acumulação. Cabe ressaltar que Fazenda Maringá utilizou a irrigação para consolidar a produção de trigo durante todo o período de estiagem na região.



A



b

Figura 23. Análise comparativa de disponibilidade hídrica após o período de seca e de irrigação entre a barragem da Fazenda Maringá (a) e outra barragem localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Samambaia.

É possível fazer uma análise em relação a temática da disponibilidade hídrica, mas no sentido interno da Fazenda Maringá, quando no ano de 2014 o período de estiagem foi bastante severo. Nesse ano, a disponibilidade hídrica da barragem da empresa se reduziu drasticamente. No entanto, esse foi o período em que determinamos que a variável ambiental foi internalizada no contexto da Fazenda Maringá e gradativamente fatores externos, como clima, deixaram de ser uma fator determinante da produção.

A imagem a seguir mostra a disponibilidade hídrica da barragem da Fazenda Maringá correspondentes ao período de estiagem no ano de 2014 e 2018 (Figura 22).



a



b

Figura 24. Análise comparativa de disponibilidade hídrica no período de seca em 2014 (a) e 2017 (b) na barragem da Fazenda Maringá.

5.4 Conclusões

Foi possível concluir que os trabalhos desenvolvidos ao longo dos anos na Fazenda Maringá permitiram a inserção da variável ambiental no sistema de gestão da empresa rural.

Houve a elaboração de uma estrutura de Sistema de gestão Ambiental, a partir de um planejamento estratégico, construção de programas e elaboração de projetos. No entanto, devido a alocação de recursos, vocação empresarial e oportunidades, os trabalhos foram focados em gestão da qualidade e conservação do solo, fato esse que proporcionou resultados muito importantes para a empresa e até mesmo para a região em que está inserida.

Quando realizamos a análise sobre o desempenho tecnológico, conseguimos concluir que a Fazenda Maringá possui uma alta performance na prática de agricultar, esses resultados são visíveis. Mesmo com o cenário positivo apresentado é preciso muita atenção, pois o setor da produção agropecuária é bastante dinâmico e requer atenção em relação a novas tecnologia, bem como pressão por agentes externos como doenças, pragas e até mesmo eventos climáticos anormais e extremos.

É possível destacar também a análise relacionada aos reservatórios de água, que demonstram que a reserva estratégica de água da Fazenda Maringá, proporcionada inserção da variável ambiental com adoção e melhoria de práticas conservacionistas, mostrou um cenário diferente das outras barragens localizadas na mesma bacia hidrográfica da empresa. Esse tipo de resultado é uma das formas de expressar e sintetizar a inserção da variável ambiental e a eficiência do modelo de gestão.

Quando abordamos a gestão ambiental é preciso tratar sempre na visão da melhoria contínua, portanto os trabalhos não terminam com o encerramento do trabalho apresentada. A inserção da variável ambiental é uma constante temporal, mas o que foi desenvolvido e pensado para o período atual, em um futuro pode estar defasado. O mesmo vale para cenários considerados bons e que, em uma sequência lógica, podem e devem ser melhorado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado mostrou que a inserção da variável ambiental associado com aspectos gerenciais, de controle das atividades operacionais, por meio de um modelo de gestão voltado para a produção agropecuária e suas diferentes interações proporcionou um cenário de aumento na eficiência ambiental e econômica na Fazenda Maringá, conforme a análise dos índices no período de 2014 e 2018.

A metodologia da análise da paisagem empregada como método para avaliação ambiental também se mostrou eficiente. Os resultados apresentados de acordo com a metodologia forneceram importantes subsídios para a elaboração do plano de gestão ambiental da Fazenda Maringá.

As ações empregadas durante o desenvolvimento do trabalho, ao longo dos anos, trouxeram o conceito de construção de ambientes produtivos como um dos principais produtos das atividades da Fazenda Maringá. Esse conceito mudou a concepção da empresa, que passou a priorizar a inserção da variável, principalmente em questões pertinentes à conservação do solo e gestão da qualidade, sob domínio da melhoria tecnologia, física, química e biológica.

O trabalho desenvolvido na Fazenda Maringá ganhou notoriedade e reconhecimento no âmbito nacional e internacional. Esse modelo adotado trabalha no princípio de que a gestão da dimensão ambiental pode expressar altas produtividades e redução de custo, além de prestar serviços ambientais que auxiliarão na perenidade das atividades agropecuárias, como a conservação do solo, infiltração de água, sequestro de carbono e aumento da atividade biológica, que auxiliarão na perenidade das atividades agropecuárias

A implementação do modelo de gestão adotado pela Fazenda Maringá, com base na inserção da variável ambiental, proporcionou uma tendência crescente no cenário econômico da empresa, foi possível constatar que as boas práticas reduziram os custos operacionais e aumentaram o retorno financeiro. Quando comparada com a SLC Agrícola, uma reconhecida empresa do agronegócio e referência mundial na produção agropecuária, mas que não faz a adoção da proposta do presente trabalho, também foi possível constatar que há uma agregação de valor maior na Fazenda Maringá, pois suas atividades estão alicerçadas em princípios da gestão ambiental, fator de extrema importância para as atividades agropecuárias.

Destaca-se também nesse trabalho o emprego de ações para avaliar a melhoria contínua com a adoção do modelo de gestão da empresa rural, como as questões que envolvem o desempenho tecnológico dos ambientes de produção, que expressam que a gestão da qualidade,

em consonância com a inserção da variável ambiental, podem trazer resultados positivos sob os aspectos da produção agropecuária e da adequação dos insumos empregados.

É possível afirmar que o resultado mais importante obtido pelo presente trabalho foi a formação do produtor rural como gestor de negócio que compreende a importância da inserção da variável ambiental e consegue transferir para sua equipe essa visão.

O modelo apresentado tem potencial de replicabilidade e pode ser uma das diversas soluções para a gestão agropecuária e avanço na busca pela sustentabilidade do setor.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM, U.; SAHOTA, P.; JEFFREY, P. Irrigation in the Indus basin: A history of unsustainability?. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 7, n. 1, p. 211-218, 2007.

ANTÔNIO, N. S.; TEIXEIRA, A.; ROSA, A. Gestão da Qualidade - De Deming ao modelo de excelência da EFQM. **Lisboa: Edições Sílabo – 2ª Edição**, 2016.

ANTROP, M. Background concepts for integrated landscape analysis. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 77, n. 1, p. 17-28, 2000.

ANTROP, M. Why landscapes of the past are important for the future. **Landscape and urban planning**, v. 70, n. 1, p. 21-34, 2005.

BAUMGART-GETZ, A.; PROKOPY, L. S.; FLORESS, K. Why farmers adopt best management practice in the United States: A meta-analysis of the adoption literature. **Journal of environmental management**, v. 96, n. 1, p. 17-25, 2012.

BENOÎT, MARC; RIZZO, D.; MARRACCINI, E.; MOONEN, A. C.; GALLI, M.; LARDON, S.; **RAPEY, H**; **THENAIL, C.**; BONARI, E. Landscape agronomy: a new field for addressing agricultural landscape dynamics. **Landscape ecology**, v. 27, n. 10, p. 1385-1394, 2012.

BETTINGER, R. L.; BARTON, L.; MORGAN, C. The origins of food production in north China: A different kind of agricultural revolution. **Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews**, v. 19, n. 1, p. 9-21, 2010.

BHATTACHARJEE, S., MITRA, P., GHOSH, S.K. Spatial interpolation to predict missing attributes in GIS using semantic kriging. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 52(8):4771-4780, 2014.

Bisiaux, J., Gidel, T., Huet, F., Millet, D. How functional economy would be an environmental economy? Mode of endogenization of environmental issues in functional economy. In: **2014**

International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE). IEEE, 2014. p. 1-10.

BLOK, V.; LEMMENS, P. The emerging concept of responsible innovation. Three reasons why it is questionable and calls for a radical transformation of the concept of innovation. In: **Responsible innovation 2**. Springer, Cham, p. 19-35, 2015.

BÖHM, S; MISOCZKY, M. C.; MOOG, S. Greening capitalism? A Marxist critique of carbon markets. **Organization Studies**, v. 33, n. 11, p. 1617-1638, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2012.

BRAUMAN, K. A., DAILY, G. C., DUARTE, T. K. E., & MOONEY, H. A. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. **Environmetal Resources.**, v. 32, p. 67-98, 2007.

BRAUN, A. T.; COLANGELO, E.; STECKEL, T. Farming in the Era of Industrie 4.0. **Procedia CIRP**, v. 72, p. 979-984, 2018.

CARY, J.; ROBERTS, A. The limitations of environmental management systems in Australian agriculture. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 3, p. 878-885, 2011.

CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 377-384, 2005.

CHOUDHURY, B. U.; DAS, P. T.; NGACHAN, S. V.; ISLAM, M.; DAS, A.; VERMA, B. C.; MOHAPATRA, K. P.; NONGKHLAW, L.; ISLAM, S. B.; MUNDA, G. C. Landuse Land Cover Change Detection, Soil Health Assessment and Socio-economy in Northeast India: A Remote Sensing and GIS Approach. **Research Bulletin, NAIP Publication**, n. 7, p. 1-53, 2014.

CLARK, M.; TILMAN, D. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 6, p. 064016, 2017.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R.; WIZNIEWSKY, J. G. O conceito de transição agroecológica: contribuições para o redesenho de agroecossistemas em bases sustentáveis. **Agroecologia: princípios e reflexões conceituais. Brasília: Embrapa**, v. 1, p. 145-180, 2013.

DE CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. Agriculture 4.0: The future of farming technology. **Proceedings of the World Government Summit, Dubai, UAE**, p. 11-13, 2018.

DE PAULA, J. A. Plano, programa e projeto: a experiência brasileira. **Soc. bras. Economia Política**. N. 13, p.101-125, 2003.

DORÉ, T.; MAKOWSKI, D.; MALÉZIEUX, E.; MUNIER-JOLAIN, N.; TCHAMITCHIAN, M.; TITTONELL, P. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: revisiting methods, concepts and knowledge. **European Journal of Agronomy**, v. 34, n. 4, p. 197-210, 2011.

ELLIS, R. D.; MCWHORTER, T. J.; MARON, M. Integrating landscape ecology and conservation physiology. **Landscape Ecology**, v. 27, n. 1, p. 1-12, 2012.

FALCONER, L., HUNTER, D. C., TELFER, T. C., ROSS, L. G. Visual, seascape and landscape analysis to support coastal aquaculture site selection. **Land Use Policy**, v. 34, p. 1-10, 2013.

FELGUEIRAS, C. A. Modelagem ambiental com tratamento de incertezas em sistemas de informação geográfica: o paradigma geostatístico por indicação. 1999. 212f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

FERNANDES, A. A. C. M. F; LOURENÇO, L. A. N.; SILVA, M. J. A. M. Influência da Gestão da Qualidade no Desempenho Inovador. **Revista brasileira de gestão de negócios**, v. 16, n. 53, 2014.

FIELD, B. C.; FIELD, M. K. **Introdução à Economia do Meio Ambiente**. 6. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2014, 394 p.

FORSTER, D.; ADAMTEY, N.; MESSMER, M. M.; PFIFFNER, L.; BAKER, B.; HUBER, B.; NIGGLI, U. Organic agriculture - driving innovations in crop research. **Agricultural Sustainability-Progress and Prospects in Crop Research: Elsevier**, p. 21-46, 2012.

FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 443-449, 2013.

FREEMAN III, A. M., HERRIGES, J. A., & KLING, C. L. **The measurement of environmental and resource values: theory and methods**. Routledge, 2014.

FRONDONI, R.; MOLLO, B.; CAPOTORTI, G. A landscape analysis of land cover change in the Municipality of Rome (Italy): Spatio-temporal characteristics and ecological implications of land cover transitions from 1954 to 2001. **Landscape and Urban Planning**, v. 100, n. 1, p. 117-128, 2011.

HANSEN, C. W.; JENSEN, P. S.; SKOVSGAARD, C. V. Modern gender roles and agricultural history: the Neolithic inheritance. **Journal of Economic Growth**, v. 20, n. 4, p. 365-404, 2015.

JABBOUR, C. J. C.; DA SILVA, E. M.; PAIVA, E. L.; SANTOS, F. C. A. Environmental management in Brazil: is it a completely competitive priority?. **Journal of Cleaner Production**, v. 21, n. 1, p. 11-22, 2012.

JONES, K. B.; ZURLINI, G.; KIENAST, F.; PETROSILLO, I.; EDWARDS, T.; WADE, T. G.; LI, B.; ZACCARELLI, N. Informing landscape planning and design for sustaining ecosystem services from existing spatial patterns and knowledge. **Landscape Ecology**, v. 28, n. 6, p. 1175-1192, 2013.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. 1ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 424 p.

LIMA, M. C. S. Contabilidade em Empresas Rurais: Um estudo de caso na Fazenda Maringá. Brasília, Universidade de Brasília, 2019, 42 p.

LEVIDOW, L.; PIMBERT, M.; VANLOQUEREN, G. Agroecological research: conforming—or transforming the dominant agro-food regime?. **Agroecology and sustainable food systems**, v. 38, n. 10, p. 1127-1155, 2014.

LICHTFOUSE, E.; NAVARRETE, M.; DEBAEKE, P.; SOUCHÈRE, V.; ALBEROLA, C.; MÉNASSIEU, J. Agronomy for sustainable agriculture: a review. In: **Sustainable agriculture**. Springer, Dordrecht, 2009. p. 1-7.

MALAVASI, M.; SANTORO, R.; CUTINI, M.; ACOSTA, A. T. R.; CARRANZA, M. L. What has happened to coastal dunes in the last half century? A multitemporal coastal landscape analysis in Central Italy. **Landscape and Urban Planning**, v. 119, p. 54-63, 2013.

MALKOC, E.; KILICASLAN, C.; OZKAN, M. B. Visual Landscape Analysis of Urban Open Spaces: A Case Study of the Coastline of Göcek Settlement, Muğla, Türkiye. **Indoor and Built Environment**, 2010.

MANGRA, M. G.; COTOC, E.; DUMITRU, A. Sustainable economic development through environmental management systems implementation. **Journal of Studies in Social Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2014.

MARQUES, B. V.; MEDEIROS, G. A. Diagnóstico da qualidade de barragens para irrigação na bacia hidrográfica do rio samambaia, no município de Cristalina-GO. *IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, Fortaleza/CE, 2019.

MARQUES, B. V.; MEDEIROS, G. A.; PECHE FILHO, A.; FENGLER, F. H.; MORAES, J. F. L. Análise da paisagem na avaliação de ambientes de proteção em bacia hidrográfica do sudeste brasileiro. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. v. 10, n.1, 2021. No prelo.

MARQUES, B. V.; PECHE FILHO, A.; MEDEIROS, G. A.; FERNANDES, B. V. R.; LIGOSKI, G. R. Índice de desempenho tecnológico: uma ferramenta para o planejamento e gestão de propriedades rurais no cerrado brasileiro/Technological performance index: a tool for planning and managing of farms in the Brazilian savannah. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 1, p. 9-22, 2020.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0-rumo à agricultura digital. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L.; VALE, J. M. F.; PURINI, S. R. M.; MAGNONI, M. G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, EF; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I.(Org.). JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017., 2017.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das agriculturas no mundo. Do Neolítico à crise contemporânea. **São Paulo, Editora UNESP**, 2008.

MEDEIROS G. A.; MARQUES B. V.; FENGLER F. H.; MACHADO F. H.; MORAES J. F. L.; PECHE FILHO A.; LONGO R. M.; RIBEIRO A. I. Environmental assessment using landscape analysis methodology: the case of the Jundiaí-Mirim river basin, Southeast Brazil. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 203:25-36. 2016.

MEIER, M. S.; STOESSEL, F.; JUNGBLUTH, N.; JURASKE, R.; SCHADER, C.; STOLZE, M. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products–Are the differences captured by life cycle assessment? **Journal of environmental management**, v. 149, p. 193-208, 2015.

MILLER JR., G. T. **Ciência ambiental**. 11ª Edição (Tradução), São Paulo, Ed. 2007.

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 30, n. 1, p. 5-14, 2012.

MUSACCHIO, L. R. The grand challenge to operationalize landscape sustainability and the design-in-science paradigm. **Landscape Ecology**, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2011.

OLSSON, O.; PAIK, C. Long-run cultural divergence: Evidence from the neolithic revolution. **Journal of Development Economics**, v. 122, p. 197-213, 2016.

PAOLETTI, M. G.; GOMIERO, T.; PIMENTEL, D. Introduction to the special issue: towards a more sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 30, n. 1-2, p. 2-5, 2011.

POTSCHIN, M.; HAINES-YOUNG, R. Landscapes, sustainability and the place-based analysis of ecosystem services. **Landscape Ecology**, v. 28, n. 6, p. 1053-1065, 2013.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, 2010.

PRICE, T. D.; BAR-YOSEF, O. The origins of agriculture: new data, new ideas: an introduction to supplement 4. **Current Anthropology**, v. 52, n. S4, p. S163-S174, 2011.

PUTTERMAN, L. Agriculture, diffusion and development: Ripple effects of the neolithic revolution. **Economica**, v. 75, n. 300, p. 729-748, 2008.

REGUERA, M.; PELEG, Z.; BLUMWALD, E. Targeting metabolic pathways for genetic engineering abiotic stress-tolerance in crops. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Regulatory Mechanisms**, v. 1819, n. 2, p. 186-194, 2012.

ROLIM, G. D. S., CAMARGO, M. B. P. D., LANIA, D. G., MORAES, J. F. L. D. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, p. 711-720, 2007.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 3. ed. atual. aprimorada. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 496 p.

SCHADE, C.; PIMENTEL, D. Population crash: prospects for famine in the twenty-first century. **Environment, Development and sustainability**, v. 12, n. 2, p. 245-262, 2010.

SHARMA, A. K.; KUMAR, S. Economic value added (EVA)-literature review and relevant issues. **International journal of economics and finance**, v. 2, n. 2, p. 200-220, 2010.

TORTELLA, B. D.; BRUSCO, S. The Economic Value Added (EVA): an analysis of market reaction. **Advances in Accounting**, v. 20, p. 265-290, 2003.

UEHARA, T. H. K.; OTERO, G. G. P.; MARTINS, E. G. A.; PHILIPPI JR, A.; MANTOVANI, W. Pesquisas em gestão ambiental: análise de sua evolução na Universidade de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 165-185, 2010.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations Organization, 2015.

VANLOQUEREN, G.; BARET, P. V. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. **Research policy**, v. 38, n. 6, p. 971-983, 2009.

VATN, A. Rationality, institutions and environmental policy. **Ecological Economics**, v. 55, n. 2, p. 203-217, 2005.

VENKATESH, G.; BRATTEBØ, H. Typifying cities to streamline the selection of relevant environmental sustainability indicators for urban water supply and sewage handling systems: a recommendation. **Environment, Development and Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 765-782, 2013.

WATKINS, T. New light on Neolithic revolution in south-west Asia. **Antiquity**, v. 84, n. 325, p. 621-634, 2010.

WU, J. Urban sustainability: an inevitable goal of landscape research. **Landscape ecology**, v. 25, n. 1, p. 1-4, 2010.

ZURLINI, G.; PETROSILLO, I.; JONES, K. B.; ZACCARELLI, N. Highlighting order and disorder in social-ecological landscapes to foster adaptive capacity and sustainability. **Landscape Ecology**, v. 28, n. 6, p. 1161-1173, 2013.