

**Caroline Alves Galharte**

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA INTEGRAÇÃO  
LAVOURA-PECUÁRIA: ESTUDO DE CASO DA INOVAÇÃO  
TECNOLÓGICA DA EMBRAPA**

**Dissertação apresentada à Escola de  
Engenharia de São Carlos, da  
Universidade de São Paulo, como  
parte dos requisitos para obtenção do  
Título de Mestre em Ciências da  
Engenharia Ambiental.**

**Orientador: Prof. Dr. Silvio Crestana**

**São Carlos**

**2007**

De tudo ficaram três coisas:  
A certeza de que estamos começando,  
A certeza de que é preciso continuar e  
A certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar.  
Fazer da interrupção um caminho novo,  
Da queda um passo de dança,  
Do medo uma escola,  
Do sonho uma ponte,  
Da procura um encontro  
E, assim, terá valido a pena existir!  
(Fernando Sabino)

## DEDICATÓRIA

Aos valores herdados de meus pais;  
Aos valores que procuro compartilhar com meus irmãos;  
Aos valores que espero transmitir aos meus sobrinhos.

## **Agradecimentos**

Ao professor Dr. Silvio Crestana, pela orientação, amizade, apoio e confiança na realização deste trabalho. Por ter acreditado nas minhas possibilidades e entender as minhas limitações.

À CNPQ, pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Instrumentação Agropecuária de São Carlos, por oferecer amplas condições para a realização deste trabalho.

Aos pesquisadores entrevistados da Embrapa Arroz e Feijão, Cerrados e Transferência de Tecnologia pela receptividade, disponibilidade, atenção, colaboração e conhecimento.

À Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo (EESC/ USP), por intermédio do Programa de Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, pela oportunidade oferecida.

Aos funcionários do CRHEA, especialmente a Claudete, pela simpatia e paciência.

Aos professores das disciplinas cursadas na pós-graduação, pelos ensinamentos e formação de conhecimentos.

Ao Dr. Geraldo Stachetti Rodrigues, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, pela presteza, atenção, disponibilidade e colaboração.

Ao professor Dr. Aldo Ometto, pelas sugestões e cooperação no presente trabalho.

À professora Dr<sup>a</sup> Ruth de Gouvêa Duarte, pela amizade, atenção e ensinamentos.

Aos amigos com os quais compartilhei momentos únicos e que souberam dar suporte emocional, ter paciência e entender as minhas ausências.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE QUADROS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
<b>1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introdução.....	1
1.2 Justificativa.....	5
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>6</b>
2.1 Objetivos Específicos.....	6
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
3.1 Integração Lavoura-Pecuária.....	7
3.2 Avaliação de Impacto Ambiental.....	13
3.2.1 Método <i>Ad hoc</i> .....	17
3.2.2 Lista de controle.....	18
3.2.3 Sobreposição de mapas.....	20
3.2.4 Redes de interação.....	21
3.2.5 Diagramas de sistemas.....	22
3.2.6 Modelos de simulação.....	23
3.2.7 Sistema Ambitec-Agro.....	24
3.3 Gestão Tecnológica.....	30
3.4 Importância da Tecnologia e da Inovação.....	34
3.5 Desenvolvimento Sustentável.....	36
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>39</b>
4.1 Aplicação do Sistema Ambitec-Agro.....	39
4.2 Pesquisa de campo.....	45

4.2.1	Processo de amostragem.....	45
4.2.2	Fazenda Capivara – Local da pesquisa.....	46
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS e DISCUSSÃO.....</b>	<b>50</b>
5.1	Aspecto Alcance.....	52
5.2	Aspecto Eficiência Tecnológica.....	53
5.2.1	Indicador Uso de Agroquímicos.....	58
5.2.2	Indicador Uso de Energia.....	61
5.2.3	Indicador Uso de Recursos Naturais.....	64
5.3	Aspecto Conservação Ambiental.....	66
5.3.1	Indicador Qualidade do Solo.....	72
5.3.2	Indicador Qualidade da Água.....	75
5.3.3	Indicador Biodiversidade.....	77
5.4	Aspecto Recuperação Ambiental.....	80
5.5	Avaliação de Impacto Ambiental.....	82
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>91</b>
<b>7.</b>	<b>SUGESTÕES.....</b>	<b>93</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>100</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Fazenda Capivara – Santo Antônio de Goiás – GO (09/2006).....	8
Figura 3.2: Consórcio milho-braquiária no Sistema Santa Fé.....	11
Figura 3.3: Cobertura morta de braquiária em sistema de plantio direto.....	12
Figura 3.4: Diagrama do Sistema Ambitec-Agro.....	29
Figura 4.1 - Mapa da estrutura física da Fazenda Capivara.....	47
Figura 5.1 – Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica (Área de Sequeiro).....	54
Figura 5.2 – Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica (Área Irrigada) .....	55
Figura 5.3 – Componentes do Indicador Uso de Agroquímicos (Área de Sequeiro).....	58
Figura 5.4 – Componentes do Indicador Uso de Agroquímicos (Área Irrigada).....	59
Figura 5.5 – Componentes do Indicador Uso de Energia (Área de Sequeiro).....	62
Figura 5.6 – Componentes do Indicador Uso de Energia (Área irrigada) .....	62
Figura 5.7 – Componentes do Indicador Uso dos Recursos Naturais (Área de Sequeiro).....	64
Figura 5.8 – Componentes do Indicador Uso dos Recursos Naturais (Área irrigada).....	68
Figura 5.9 - Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área de Sequeiro).....	68
Figura 5.10 - Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área Irrigada).....	69



Figura 5.11 – Componentes do Indicador Qualidade do Solo (Área de Sequeiro).....	72
Figura 5.12 – Componentes do Indicador Qualidade do Solo (Área Irrigada).....	72
Figura 5.13 - Componentes do Indicador Qualidade da Água (Área de Sequeiro).....	76
Figura 5.14 - Componentes do Indicador Qualidade da Água (Área Irrigada).....	76
Figura 5.15 - Componentes do Indicador Biodiversidade (Área de Sequeiro).....	78
Figura 5.16 - Componentes do Indicador Biodiversidade (Área Irrigada).....	78
Figura 5.17 – Componentes do Indicador de Recuperação Ambiental (Área de Sequeiro).....	81
Figura 5.18 – Componentes do Indicador de Recuperação Ambiental (Área Irrigada).....	81
Figura 5.19 – Avaliação de Impacto Ambiental (Área de Sequeiro) (Área de sequeiro).....	84
Figura 5.20 - Avaliação de Impacto Ambiental (Área de Sequeiro) (Área Irrigada).....	86
Figura 5.21 - Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária (Área de Sequeiro).....	88
Figura 5.21 - Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária (Área Irrigada).....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Histórico da Rotação de culturas do Pivô Central da Fazenda Capivara.....	48
Tabela 5.1 - Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica (Área de Sequeiro).....	54
Tabela 5.2 - Agregados de Eficiência Tecnológica (Área de Irrigada).....	55
Tabela 5.3 - Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área de Sequeiro).....	68
Tabela 5.4 - Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área Irrigada).....	69
Tabela 5.5 - Avaliação de Impacto Ambiental (Área de Sequeiro).....	83
Tabela 5.6 - Avaliação de Impacto Ambiental (Área Irrigada).....	85

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Alternativas de Integração Lavoura-Pecuária.....	10
Quadro 3.2: Índices zootécnicos médios do rebanho dos cerrados e em sistemas tecnológicos mais evoluídos. Campo Grande/MS.....	13
Quadro 4.1: Efeitos da Inovação Tecnológica e Coeficientes de Alteração do Componente a serem Inseridos nas Células das Matrizes de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica.....	40
Quadro 4.2: Matriz de ponderação do indicador Biodiversidade – Fatores de ponderação – Ambitec-Agro .....	41
Quadro 4.3: Fator de ponderação multiplicativa relativo à escala da ocorrência do efeito da tecnologia sobre o componente do indicador de impacto ambiental.....	42
Quadro 4.4: Matriz de ponderação do indicador Biodiversidade – Coeficiente de impacto – Ambitec-Agro.....	43
Quadro 4.5: Indicadores de impacto ambiental – Ambitec-Agro.....	44

## RESUMO

GALHARTE, C.A. (2007) Avaliação de impactos ambientais da Integração Lavoura-Pecuária: Estudo de caso da inovação tecnológica da Embrapa. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

O agronegócio, a cada dia recebe incremento de novas tecnologias, o que lhe confere lugar de destaque no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Tal como qualquer outra atividade humana, os setores agrícola e pecuário são geradores de resíduos e, potencialmente, produtores de impactos ambientais. Prever, avaliar e remediar os impactos ambientais são necessidades imperiosas para sustentabilidade de uma atividade e proteção dos ecossistemas. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) produziu um instrumento de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária, denominado Ambitec-Agro. Entre um vasto campo de inovações tecnológicas, este trabalho foca a Integração Lavoura-Pecuária, que visa recuperar áreas de lavouras degradadas, usar eficientemente a terra, recuperar e renovar pastagens degradadas, ou seja, promover sustentabilidade agropecuária. O presente trabalho aplicou o Ambitec-Agro na unidade experimental: Fazenda Capivara, que abriga a Embrapa Arroz e Feijão, no estado de Goiás. A metodologia propõe realizar entrevista para obtenção de dados; para este trabalho foram entrevistados pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, Cerrados e Sede. Este trabalho acadêmico propôs, por meio de estudo de caso, avaliar os impactos promovidos pela inovação tecnológica do binômio integrado lavoura-pecuária em área de sequeiro e irrigada, com o uso do Ambitec-Agro. Os coeficientes de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária tanto em área de sequeiro quanto em área irrigada indicam que a inovação tecnológica contribui positivamente para a sustentabilidade da atividade produtiva no âmbito do estabelecimento estudado.

**Palavras-chave:** avaliação de impacto ambiental, inovação tecnológica, gestão tecnológica, integração lavoura-pecuária, Ambitec-Agro.

## **ABSTRACT**

GALHARTE, C.A. (2007). The assessment of the environmental impact of agriculture-cattle raising integration – Embrapa (Brazilian Agricultural Research Agency) technology innovation case study. Dissertation (Master) – School of engineering of São Carlos - University of São Paulo at Sao Carlos, 2007.

The agribusiness has been taking advantage of new technologies becoming prominent in the Brazilian Gross Domestic Product (GDP). Like any other human activity, the practice of agriculture and cattle raising produces waste, and as a result it can create environmental impact. Therefore, it is necessary to assess, predict, and lessen the environmental impact for the sustainability of this activity and for the ecosystems protection. The Brazilian Agricultural Research Agency ( Embrapa ) has proposed a system, the Environmental Impact Assessment of Agricultural Technology Innovations (Ambitec-Agro), focusing on the agriculture-cattle raising integration which aims at improving the production of farming products in areas already deteriorated; intensifying the use of land; and recuperating and renovating agricultural areas and pastures already deteriorated to guarantee agricultural sustainability. Thus, this study adopts the Ambitec- Agro system in the experimental unit Capivara Farm, which comprises the National Rice and Beans Research Center (Embrapa Arroz e Feijão) in the state of Goiás. This methodology proposes carrying out interviews in order to obtain data. Researchers at National Rice and Beans Research Center (Embrapa Arroz e Feijão), Embrapa Cerrados (Cerrados), and Embrapa Headquarters (Sede), were interviewed. Based on a case study, this work aimed at the assessment of the environmental impact created by technology Innovation of the agriculture-cattle raising integration in unirrigated and irrigated areas by applying the Ambitec-Agro system. The environmental impact of agriculture-cattle raising integration coefficients, in both unirrigated and irrigated areas, demonstrate that technology innovation contributes effectively to the sustainability of this productive activity in the area studied.

Key words: assessment of the environmental impact, technology innovation, technology management, agriculture-cattle raising integration, Ambitec-Agro

# 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

## 1.1 Introdução

Todas as atividades dos seres vivos geram resíduos, notadamente as do *Homo sapiens sapiens*, única espécie com a particularidade ímpar de ter vida cultural. Não por outro motivo, ele é o grande plasmador do ambiente por possuir cérebro privilegiado e criativo; isso lhe permite usar de muitos modos a matéria e, ainda, transformar uma forma de energia em outra: hidráulica em elétrica, por exemplo.

Com o grande progresso tecnológico em todas as áreas do saber humano, principalmente a partir do século XVIII, houve significativa melhoria da qualidade de vida em quase todo o mundo; por consequência, aumentou o consumo de matéria, energia e, também, a produção de resíduos.

Evidentemente, o incremento da tecnologia não-sustentável tem gerado efluentes que, somados a outros tipos de resíduos produzidos por diversas atividades, aceleram e agravam os impactos ambientais que, conseqüentemente, afetam a produção agrícola.

Das três riquezas que uma nação possui – material, cultural e ambiental – esta última sempre foi relegada a segundo plano. Todavia, este cenário não é tão comum nos dias de hoje porque existem muitos movimentos de educação ambiental.

Nos últimos anos, a produção agrícola brasileira apresentou taxas de crescimentos notáveis com o auxílio das “tecnologias criadas nos últimos

30 anos pelas universidades, institutos estaduais de pesquisa agrícola e pelos centros nacionais de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)” (CRESTANA e SILVA, 2006a, p.46).

Com isso, o agronegócio brasileiro apresentou excelente desempenho entre os setores econômicos nacionais, tanto que é denominado “Âncora Verde” do plano de estabilização econômica e das políticas macroeconômicas do governo (CRESTANA e SILVA, 2006a).

Entretanto, apesar do agronegócio desempenhar notório papel à economia brasileira e contar com pesquisa e infra-estrutura dedicadas à pecuária e agricultura, ainda é fato no Brasil, que solos marginais (periféricos) são destinados aos cultivos de pastagens e lavoura, que favorecem o processo de degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Tal cenário compromete a sustentabilidade do ecossistema.

Para mudar este cenário – aliados aos centros de pesquisas e universidades – os produtores devem entender as melhorias ambientais como oportunidade econômica e competitiva e não considerá-la como custo ou ameaça inevitável.

Um bom exemplo é a Integração Lavoura-Pecuária, que consiste na rotação dessas duas atividades, o que resulta em maior eficiência produtiva com vantagens para ambas as atividades. A Integração Lavoura-Pecuária, principalmente quando associada ao Sistema Plantio Direto (SPD), proporciona inúmeros benefícios ao produtor e ao ambiente, como: agregação de valores; redução dos custos de produção relacionados ao controle de pragas, doenças e plantas invasoras e; recuperação das propriedades produtivas do solo.

Cabe ressaltar que no ano de 2006 foram aprovados R\$ 200 milhões de recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para financiar projetos no Programa de Integração Lavoura-Pecuária. A Embrapa executa o Programa de transferência de tecnologia para Integração Lavoura-Pecuária (PROTILP), voltado ao treinamento de técnicos e produtores na referida atividade. A iniciativa conta com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), entidade vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. O sistema de Integração Lavoura-Pecuária pretende consolidar o Cerrado como grande produtor de leite, carne, grãos e energia. Além disso, o melhor aproveitamento da agropecuária na produção de alimentos diminuirá a pressão para a abertura de novas áreas.

Para este trabalho, como espaço amostral, foi selecionado um quadrante do pivô central da Fazenda Capivara, sede administrativa da Embrapa Arroz e Feijão. A opção foi feita pelo fato de essa propriedade abrigar tanto a inovação tecnológica avaliada quanto a sede administrativa da Embrapa Arroz e Feijão. A Fazenda Capivara, localizada em um dos principais biomas brasileiros, o Cerrado, com mais de 200 milhões de hectares é a segunda maior área que corresponde a 24% da área total do Brasil.

O bioma Cerrado é considerado a savana mais rica do mundo, pois possui riqueza de fauna (837 espécies de aves que se reproduzem na região, 161 de mamíferos, 150 de anfíbios e 120 de répteis) e flora (10 mil espécies de plantas). Além disso, o Cerrado possui outras importantes características, como: nascente de grandes bacias hidrográficas brasileiras (Amazônica, Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná-Paraguai); abundância de luminosidade; pequena variação da temperatura durante todo o ano e; bom



regime pluvial por seis a sete meses durante o ano. Esses fatores permitem a exploração intensiva de culturas anuais e pastagem durante todo o ano, condição ideal para a Integração Lavoura-Pecuária.

Ademais, após contatos com pesquisadores das Unidades da Embrapa Arroz e Feijão, Cerrados e Transferência de Tecnologia, ficou patente a disposição de cada pesquisador em participar do trabalho de investigação, respondendo às perguntas das entrevistas e contribuindo não só com dados e fatos, mas cada qual, com sua experiência de vida profissional. Vale ressaltar que todos os pesquisadores entrevistados neste trabalho acadêmico possuíam conhecimento da aplicação da tecnologia no quadrante do pivô selecionado.

Para realizar a avaliação de impacto ambiental do sistema Integração Lavoura-Pecuária, este trabalho teve como base metodológica, a aplicação do sistema Ambitec-Agro. Este sistema foi desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna – SP, com o intuito de avaliar o impacto ambiental de inovações agropecuárias. Cabe ressaltar que o Ambitec-Agro é a metodologia empregada para avaliar impacto dos programas de pesquisa, por exigência das fontes de financiamento internacionais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID.

O sistema Ambitec-Agro, alicerce deste trabalho, evidencia em seu diagrama de avaliação que um importante tripé há que ser mantido em equilíbrio para garantir sustentabilidade ambiental: Eficiência Tecnológica, Conservação Ambiental e Recuperação Ambiental.

A Eficiência Tecnológica aborda os usos de agroquímicos, energia e recursos naturais.

A Conservação Ambiental diz respeito aos recursos naturais: atmosfera, solo, água e biodiversidade.

A Recuperação Ambiental contempla a variável recuperação de ecossistemas e, também, as áreas de conservação ambiental.

## **1.2 Justificativa**

Justifica-se este trabalho acadêmico principalmente por dois aspectos:

- A possibilidade de – por meio de estudo de caso – aplicar o Instrumento de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas – Ambitec-Agro. Conseqüentemente, apresentar o instrumento ao Programa de Pós-graduação em Ciências de Engenharia Ambiental – EESC-USP.
- A validação da metodologia e a previsão de impactos ambientais obtidos neste trabalho acadêmico poderão fornecer subsídios para futuras avaliações ou mesmo contribuições para a otimização do Sistema Integração Lavoura-Pecuária.

## **2 OBJETIVO**

Avaliar o impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária: Integração Lavoura-Pecuária tanto em área irrigada quanto em área de sequeiro e, se possível, realizar a gestão tecnológica com o auxílio do Ambitec-Agro, para gerar inferências para a Embrapa, pesquisadores e sociedade.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Apresentar a metodologia Ambitec-Agro, sistema que avalia impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias.
- Realizar entrevista/vistoria com pesquisadores do sistema Integração Lavoura-Pecuária selecionados para comporem a amostra.
- Relatar e discutir resultados das entrevistas realizadas com a metodologia Ambitec-Agro sobre a Integração Lavoura-Pecuária tanto em área de sequeiro quanto em área irrigada.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Integração Lavoura-Pecuária**

O bioma Cerrado possui aproximadamente 200 milhões de hectares e parte significativa é destinada à pastagem, sendo 50 milhões de hectares de pasto cultivados, dos quais estima-se que mais de 80% apresentem algum grau de degradação. Conseqüentemente, a lotação animal no bioma é baixa, menos de 0,3 u.a/ha na entressafra. Salienta-se que a produção de forrageira é suficiente para o rebanho somente no verão ou período chuvoso (entre outubro e abril) e altamente deficiente nos demais meses do ano (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2000).

Para Aidar *et al.* (2003), a deficiência hídrica (que ocorre na maior parte das sub-regiões do bioma Cerrado entre os meses de maio e outubro), os efeitos da redução da temperatura, luminosidade e escassez de chuvas são as principais causas da redução de oferta de forrageira na entressafra.

Em áreas com pastagem degradada, estimam-se perdas anuais superiores a um bilhão de dólares devido ao emagrecimento do gado – em média 270g de peso vivo (PV)/animal/dia – redução da taxa de natalidade e aumento da mortalidade no período seco do ano (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2000).

Somente nos Cerrados são cultivados mais de 10 milhões de hectares com as principais culturas anuais: soja (*Glycine max*), arroz (*Oryza sativa*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e milho

(*Zea mays*); a safrinha é praticada em aproximadamente 800 mil hectares e; apenas 300 mil hectares possuem sistema de irrigação e são cultivados durante todo o ano. A maior parte dos solos dos Cerrados fica ociosa por sete meses, com produção concentrada apenas no verão (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2000).

Kluthcouski *et al.* (2000) afirmaram que com a adoção da Integração Lavoura-Pecuária, as áreas ociosas durante a entressafra poderão abrigar parte representativa do rebanho bovino, inclusive para produção de novilho precoce a pasto. Além disso, a Integração Lavoura-Pecuária permite a formação de cobertura morta em quantidade suficiente e de maior estabilidade para o Sistema de Plantio Direto.

Em suma, com a Integração Lavoura-Pecuária é possível, durante a entressafra, produzir pasto de boa qualidade para o gado durante a entressafra (Figura 3.1) e palhada para o Sistema de Plantio Direto.



**Figura 3.1:** Fazenda Capivara – Santo Antônio de Goiás – GO (09/2006)  
**Fonte:** Galharte

O Sistema de Plantio Direto apresenta prerrogativas básicas como: proteção do solo com a palhada, rotação de culturas, economia de máquinas, equipamentos e mão-de-obra. No Brasil, há grande adesão ao sistema, pois são cultivados 11 milhões de hectares, dos quais 4 milhões somente no cerrado. A Integração Lavoura-Pecuária, por outro lado, proporciona benefícios recíprocos, ou seja, elimina ou reduz as causas de degradação física, química ou biológica do solo, resultante de cada uma das explorações (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2000).

Kluthcouski *et al.* (2000, 2003a e 2006) afirmaram que a Integração Lavoura-Pecuária pode ser feita por consórcio, sucessão ou, ainda, por rotação de culturas anuais com forrageiras. Os objetivos da Integração são variados:

- Na atividade pecuária, tem como intuito a recuperação de pastagens degradadas, manutenção de produtividade das pastagens e produção forrageira na entressafra;
- Na atividade agrícola a exploração lavoureira tem como objetivo a quebra do ciclo das pragas, doenças e plantas daninhas, redução na flutuação de temperatura do solo e a possibilidade de agregar valores ao sistema.

Kluthcouski *et al.* (2000), destacam que os benefícios da Integração Lavoura-Pecuária abrangem os pilares da sustentabilidade:

- Agronômicos: recuperação e manutenção das características produtivas do solo;
- Econômicos: diversificação de oferta, obtenção de maiores rendimentos a menor custo e melhor qualidade;
- Ecológicos: redução da erosão e da biota nociva às espécies

cultivadas, com conseqüente redução da necessidade de defensivos agrícolas;

- Sociais: geração de empregos diretos e indiretos, fixação do homem ao campo e maior geração de tributos.

As principais alternativas de Integração Lavoura-Pecuária nos Cerrados, considerando-se, principalmente, as condições edáficas estão apresentadas no Quadro 3.1.

**Quadro 3.1:** Alternativas de Integração Lavoura-Pecuária

<b>ÁREAS COM PASTAGEM E SOLO DEGRADADOS:</b>	<b>ÁREAS COM PASTAGEM DEGRADADA:</b>	<b>ÁREAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB SOLO CORRIGIDO:</b>
Consórcio de culturas anuais com forrageiras	Consortiação de culturas anuais com forrageiras	Sucessão anual cultura anual-forrageira
Sucessão anual Integração Lavoura-Pecuária-pastagem anual e/ou perene	Rotação/sucessão de culturas anuais com forrageiras	<i>Consórcio de culturas anuais com forrageiras</i>
Rotação cultura anual – forrageira		Rotação cultura anual-forrageira perene

**Fonte:** Kluthcouski e Yokoyama (2003).

Conforme Kluthcouski *et al.* (2000 e 2003b), o sistema Santa Fé – tecnologia desenvolvida na Embrapa Arroz e Feijão – é fundamentado na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente milho, sorgo, arroz, soja e milheto (*Pennisetum glaucum*) com forrageiras tropicais, de preferência do gênero *Brachiaria*, no sistema de plantio direto, em áreas de Integração Lavoura-Pecuária, com solo parcial ou devidamente corrigido, ilustrado na Figura 3.2. Neste sistema, as culturas anuais apresentam grande performance

de desenvolvimento inicial, exercendo alta competição sobre as forrageiras para assim, evitar redução significativa em suas capacidades produtivas de grãos.

A braquiária é hoje o principal capim das pastagens brasileiras e grande responsável pelo desenvolvimento da agropecuária nos últimos 40 anos. O termo braquiária é nome dado às plantas da família *Gramineae*, ou das gramíneas, do gênero *Brachiaria* com cerca de 100 espécies, muitas cultivadas como forrageiras e como adubo verde, especialmente da espécie *Brachiaria byzantha*.

A Integração Lavoura-Pecuária possui inúmeras vantagens, pois não altera o cronograma de atividades do produtor, tem baixo custo e não exige equipamentos especiais para sua implantação. O consórcio é estabelecido anualmente, podendo ser implantado simultaneamente ao plantio da cultura anual ou cerca de 10 a 20 dias após sua emergência (KLUTHCOUSKI *et al.* 2000 e 2003a).



**Figura 3.2:** Consórcio milho-braquiária no Sistema Santa-Fé  
**Foto:** Cobucci



Os principais objetivos do Sistema Santa Fé são: a produção forrageira para a entressafra e palhada em quantidade e qualidade para o Sistema Plantio Direto (Figura 3.3).

Kluthcouski *et al.* (2006) relataram que, em áreas que antes possibilitavam 1,5 t ha<sup>-1</sup> de arroz, com o Sistema Santa Fé foram atingidas mais de 3,5 t ha<sup>-1</sup>. No caso do feijão, foram registradas produtividades acima de 3,6 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 3.3:** Cobertura morta de braquiária em Sistema de Plantio Direto  
**Foto:** Cobucci

Magnabosco *et al.* (2003) iniciaram a implementaram da avaliação animal no Sistema Santa Fé em 2001, com o intuito de verificar o desempenho animal em relação ao ganho de peso. Inicialmente, os animais permaneceram 119 dias em pastagem de primeiro ano sob sistema de semiconfinamento, na época da seca. Os animais apresentavam os pesos médios de 350 kg na

entrada e 473 kg na saída. Ou seja, tal experimento indicou o ganho de 123 kg de peso vivo por animal e ganho diário médio de até 1,293 kg, apenas com suplementação mineral.

Conforme pode ser observado no quadro 3.2, a taxa de lotação aumentou de 0,9 u.a/ha (média brasileira) para 3,0 u.a/ha em área que adota o sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

**Quadro 3.2:** Índices zootécnicos médios do rebanho dos cerrados e em sistemas tecnológicos mais evoluídos. Campo Grande/MS

Índice	Média Brasileira	Sistema otimizado Integração Lavoura-Pecuária
Natalidade	60%	85%
Mortalidade até a desmama	8 %	2,7%
Taxa de desmama	54 %	80 %
Mortalidade pós-desmama	4 %	1 %
Idade 1ª cria	4 anos	2 anos
Intervalo entre partos	21 meses	12 meses
Idade de abate	4 anos	1,5 ano
Taxa de abate	17 %	40 %
Peso da carcaça	200 kg	230 kg
Rendimento da carcaça	53 %	55 %
Lotação	0,9 u.a/ha	3 u.a/ha

**Fonte:** Embrapa Gado de Corte (2000)

A Integração Lavoura-Pecuária otimiza a ocupação da terra, pois intensifica seu uso com produção agrícola na entressafra, conseqüentemente, diminui a pressão para abertura de novas áreas destinadas à agropecuária em regiões temperadas e/ou subtropicais do planeta.

## 3.2 Avaliação de Impacto Ambiental

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ISO 14001 (1996) define impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, toda ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

O conceito de impacto sobre o ambiente, entretanto, foi consolidado na década de 1960.

O detalhamento desse conceito demonstrou que sua avaliação podia ser feita com razoável margem de objetividade, de modo que ela pudesse ter aceitação e representatividade social e transformar-se em instrumento de processo de tomada de decisão no licenciamento ambiental. Para tanto, essa avaliação deveria ter características técnicas mínimas regulamentadas pelo poder público e ser traduzida em documento público acessível aos vários segmentos da sociedade interessados no processo de licenciamento ambiental. (BRAGA *et al.*, 2005, p. 251).

Os procedimentos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) foram formalmente estabelecidos pela primeira vez em 1970, quando o presidente dos Estados Unidos sancionou o *National Environmental Policy Act* (NEPA), aprovado pelo Congresso no ano anterior. A AIA foi uma resposta positiva à sociedade que demandava a consideração dos aspectos ambientais na implantação de projetos que promoviam degradação ambiental (RANIERI, 2005).

Os primeiros países que aderiram ao sistema introduzido pelos Estados Unidos – avaliação de impacto ambiental previamente às decisões governamentais importantes concernentes ao ambiente – foram: Canadá, Nova Zelândia, Austrália, França, Irlanda e Alemanha, ainda no início dos anos 70 (RANIERI, 2005).

No Brasil, a AIA foi adotada, principalmente, por exigência dos

organismos de financiamento, como: Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Banco Interamericano para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD). Vale ressaltar que, os países desenvolvidos que implantaram a AIA, tomaram tal decisão em resposta às pressões sociais e ao avanço da consciência ambientalista (IBAMA, 1995).

Seguindo exigências internacionais, alguns projetos brasileiros desenvolvidos no início dos anos 80 – financiados pelo BIRD e pelo BID – foram submetidos a estudos ambientais, entre eles: as usinas hidrelétricas de Sobradinho, na Bahia e de Tucuruí, no Pará; o terminal porto-ferroviário Ponta da Madeira, no Maranhão, ponto de exportação do minério extraído pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), na Serra do Carajás. Como o Brasil ainda não dispunha de normas ambientais próprias, os estudos foram realizados segundo as normas das agências internacionais (IBAMA, 1995).

Dias (2001) afirmou que a Política Nacional do Meio Ambiente – instituída pela Lei Federal nº 6938, de 31 de agosto de 1981 – marcou a introdução oficial da AIA no país. Sua promulgação culminou com um processo de evolução da legislação brasileira de proteção ao meio ambiente. Nos anos trinta, havia somente dispositivos de proteção aos recursos naturais; nos anos setenta, evoluiu para o controle da poluição, cujo foco era o agravamento dos problemas ambientais decorrentes da rápida industrialização e urbanização do país. Hoje, a AIA é um instrumento de grande importância para a gestão institucional de planos, programas e projetos, em nível federal, estadual e municipal.

Vale ressaltar que a AIA busca minimizar impactos ambientais, definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução

nº 001/86 como: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem:

*I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*

*II - as atividades sociais e econômicas;*

*III - a biota;*

*IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*

*V - a qualidade dos recursos ambientais”.*

Segundo Rodrigues *et al.* (1998), a AIA é operacionalizada por meio do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), previstos na Constituição. O EIA compreende o levantamento da literatura científica e legal pertinente, trabalhos de campo, análises de laboratório e a própria redação do relatório. O RIMA, destina-se ao esclarecimento das vantagens e conseqüências ambientais do empreendimento e reflete as conclusões do EIA.

Destaca-se que o EIA-RIMA de um empreendimento deve ter publicidade e participação pública. O pedido de licenciamento, renovação e concessão devem ser publicados em jornal oficial e em um periódico de grande circulação. Este documento é disponibilizado previamente para ser discutido pelo público interessado em uma audiência pública. Com isso, assegura-se o direito à participação da sociedade na tomada de decisão sobre a instalação de um empreendimento em um determinado local (RODRIGUES *et al.*, 2003).

Para que os ideais de sustentabilidade ambiental sejam atingidos, necessário se faz impulsionar a participação qualificada da sociedade nos processos decisórios, alcançável com a disponibilidade de todas as informações existentes, o que refletirá no aumento da conscientização e, ao mesmo tempo, no aumento da responsabilização pelas questões ambientais (FORTUNATO

NETO, 2004, p.37)

O principal objetivo da Avaliação de Impacto Ambiental é a prevenção dos danos causados ao meio ambiente por atividades antrópicas. Tal instrumento tem como objetivo: descrever, classificar e propor medidas para minimizar os impactos ambientais decorrentes ações humanas. A Avaliação de Impacto Ambiental possui diferentes metodologias, procedimentos e ferramentas que são empregados por agentes privados ou públicos no campo do planejamento e da gestão ambiental (GALLARDO, 2004).

Segundo Souza (1996), a gestão ambiental pode ser interpretada como o conjunto de procedimentos que visam conciliar desenvolvimento e qualidade ambiental, a partir da necessidade identificada pela sociedade civil e/ou pelo Estado.

Segundo Rodrigues (1998) e Ometto (2000) os principais métodos de avaliação de impactos ambientais são: *Ad Hoc*, Listas de controle, Sobreposição de mapas, Redes de interação, Diagramas de sistemas e Modelos de simulação.

Abaixo, segue uma explicação das seis linhas metodológicas que são utilizadas para o desenvolvimento de diferentes métodos de Avaliação de Impacto Ambiental.

### **3.2.1 *Ad hoc***

No método *Ad hoc*, os pareceres de especialistas em cada tipo de impacto resultante do projeto são tão importantes quanto as razões técnicas e

econômicas para a tomada de decisões sobre a implantação de projetos (STAMM, 2003).

Tal método consiste em reunir especialistas com o intuito de criar um grupo de trabalho com profissionais de diversas áreas relacionadas ao tema em questão que forneçam impressões e experiência para formulação de relatório de potenciais impactos do projeto em avaliação (OMETTO, 2000).

O método Delphi é um dos exemplos mais comum e conhecido, pois é baseado em várias rodadas com questionários, em que os especialistas expressam suas impressões sobre os pontos levantados. Tais impressões são compartilhadas com os outros especialistas por meio de sucessivas rodadas até a obtenção de consenso em determinados pontos e os pontos em dissenso possuem um quadro de opções (RODRIGUES, 1998).

Para obter bons resultados, é importante que se priorize a qualidade do grupo de especialistas e das informações existentes sobre o projeto a ser avaliado.

Conforme Braga *et al.* (2005), esse método apresenta as seguintes vantagens: viabilidade quando as informações forem escassas; rapidez na identificação de impactos mais prováveis. As desvantagens são: vulnerável à subjetividade e tendência na coordenação e na escolha dos participantes.

### **3.2.2 Lista de controle**

As listas de controle podem ter variadas formas e, impreterivelmente, escreve fatores ambientais impactados durante as fases do projeto. Tal método pode variar de simples listas de impactos ambientais causados pelo projeto até

complexos inventários com escala e importância de cada impacto sobre o ambiente (STAMM, 2003).

Conforme Braga *et al.* (2005), esse método apresenta as seguintes vantagens: simples aplicação, pequena exigência em relação aos dados e informações. As desvantagens são: não permite previsão ou identificação de impactos de segunda ordem.

Rodrigues (1998) apresenta cinco tipos de listas de controle básicas, que são:

- Simples: considera apenas os atributos ambientais e são úteis para evitar que o avaliador não despreze qualquer atributo em sua análise. Embora considerada simples, este modelo está na posição de vanguarda para formulação de listas mais elaboradas.
- Descritiva: incorporam informações sobre o critério de avaliação dos impactos que visam relacionar os efeitos ambientais potenciais da atividade. Estas informações auxiliam a tomada de decisão sobre o projeto em análise e, também, o diagnóstico dos tipos de mitigação e monitoramento que serão necessários.
- Escalares: quando o projeto possuir propostas alternativas ou formas alternativas de implementá-lo, recomenda-se a formulação da lista de controle escalar para comparar tais alternativas, com base em alguma unidade escalar selecionada. As listas de controle escalar permitem comparar situações anteriores ao estabelecimento do projeto ou adoção da tecnologia e a situação após sua implementação ou adoção.
- Questionários: quando há escassez de dados específicos ou confiáveis e dificuldade de realizar estimativa precisas dos efeitos de um projeto



sobre o meio ambiente, os empreendedores lançam mão de especialistas para formular questionários específicos para o projeto em análise. O objetivo deste questionário é a valoração dos impactos ambientais do projeto.

- Utilidade para multiatributo: Deve ser empregado na análise de projetos que possuam diversas alternativas, com diferentes tipos e níveis de impactos ambientais que necessitem serem avaliados. Neste método são ponderados os componentes de acordo com a sua importância no projeto estudado. Este método também é baseado em análises de especialistas.

### **3.2.3 Sobreposição de mapas**

Segundo Rodrigues (1998), o método sobreposição de mapas é usado para sistemas geográficos e, inicialmente, consistia em sobreposição de imagens impressas em transparências, tendo a intensificação da cor como variável para indicar o grau de impacto. Graças ao avanço das tecnologias, hoje, com o auxílio da computação gráfica e informações obtidas por satélites, radares ou fotografias digitalizadas, o método sobreposição de mapas tornou-se mais simples e rápido, pois manipula expressivas quantidades de informações rapidamente e o nível de precisão é incomparável.

Ometto (2000) afirmou que a sobreposição de mapas é realizada por meios computacionais, através de sistema de informação geográfica (SIG). “A principal vantagem desse método é sua aplicabilidade direta na distribuição espacial dos impactos” (RODRIGUES, 1998, p.41).

### 3.2.4 Redes de interação

As seqüências de operações ou de interações entre os componentes de um sistema são representadas por um fluxograma. O método Redes de interação é sistêmico e possibilita a simulação do projeto antes mesmo de sua implementação (RODRIGUES, 1998). Tal método demonstra o nexos causal de determinada atividade nos diferentes fatores ambientais impactados. Portanto, identifica os impactos diretos e indiretos (OMETTO, 2000).

O método Redes de interação possibilita que a equipe interdisciplinar de AIA “planeje as etapas do processo de avaliação, identifique as ações necessárias, os parâmetros e compartimentos ambientais suscetíveis e, especialmente, as interações entre esses” (RODRIGUES, 1998).

Para Stamm (2003), as redes de interação podem orientar a equipe do projeto e apoiar a confecção de uma matriz de avaliação (matriz de interação) de impactos, informando quais e onde (localização) os impactos deverão ser analisados. Uma matriz de interação é composta, geralmente, por lista de atividades (eixo vertical) relacionadas ao projeto e lista de fatores ambientais (eixo horizontal).

Conforme Bolea<sup>1</sup> (1980) *apud* Rodrigues (1998), a matriz de interação muito utilizada é conhecida como matriz de Leopold – desenvolvida pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos – contém 100 ações e 88 fatores ambientais, que resulta em 8.800 interações possíveis. Tal fato evidencia que as matrizes podem apresentar vários níveis de complexidade, em que as

---

BOLEA<sup>1</sup>, M.T.E. (1980). *Las evaluaciones de impacto ambiental*. Madrid: Centro internacional de Formación de Ciencias Ambientales.

interações sejam identificadas como singelas marcas ou receber alto grau de importância, propiciando a avaliação direta de impactos.

Conforme Braga *et al.* (2005, p.275), esse método apresenta as seguintes vantagens: identificar conjuntos de ações que contribuem para a magnitude de um impacto, conseqüentemente, facilita a “previsão dos mecanismos de controle ambiental que deverão ser implementados para atuar preferencialmente sobre as causas potenciais de sua deteriorização”.

### **3.2.5 Diagramas de sistemas**

O método Redes de Interação, acima descrito, pode identificar impactos de vários níveis e compartimentos ambientais, mas não oferece indicação da intensidade do impacto ambiental (RODRIGUES, 1998). O método Diagrama de Sistemas é considerado mais evoluído que o método Redes de interação, pois possui a indicação de intensidade de impacto ambiental como fator unificador do sistema (STAMM, 2003).

A consideração do fluxo de energia é principal característica dos diagramas de sistemas aplicados ao impacto ambiental. Segundo Rodrigues (1998), a análise energética dos sistemas para a AIA foi proposta por ODUM. Existe uma notação específica para a construção de diagramas de fluxo de energia. Com o diagrama de sistemas é possível determinar avaliando intensidade dos impactos por meio dos efeitos de ações e o comportamento do sistema (STAMM, 2003).

### 3.2.6 Modelos de simulação

São modelos computacionais que representam o funcionamento dos sistemas ambientais. Esse método é amplamente usado em diagnóstico e prognóstico da qualidade ambiental da área de influência (OMETTO, 2000).

Modelo de simulação é o único método Avaliação de Impacto Ambiental passível de introduzir a variável temporal para considerar a dinâmica dos sistemas. Tal método foca somente o objetivo da pesquisa, ou seja, somente os fatores essenciais para a definição do comportamento do sistema (RODRIGUES, 1998).

Segundo Ometto (2000), entre os métodos anteriormente mencionados não há grau de importância, exceto o método *Ad hoc* e Lista de Controle. O método usado para avaliar os impactos ambientais da atividade em análise deve ser eficaz, entretanto, pode ser utilizado mais de um método para caracterizar de forma mais precisa os impactos identificados.

O próximo item abordará o sistema Ambitec-Agro – base metodológica deste trabalho acadêmico – que possui estrutura bastante similar àquela dos métodos de avaliação de impactos abordados acima, pois incorporam parâmetros indicadores de alguma qualidade desejada do ambiente, que são ponderados, para obtenção de medidas padronizadas de impacto (formato comum aos métodos citados como clássicos, por exemplo, de Leopold). Ao contrário desses métodos que listam “infinitos” indicadores e muitas vezes constroem indicadores complexos pela interação de variáveis, o Ambitec-Agro concentra-se em uma experiência prévia de método de AIA aplicada a projetos de pesquisa no âmbito institucional (RODRIGUES *et al.*, 2003).

### **3.2.7 Sistema Ambitec-Agro**

O sistema Ambitec-Agro – desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Meio Ambiente – propõe avaliar impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias, “empregando uma plataforma prática de execução simples, baixo custo, e passível de aplicação a todo universo tecnológico e ambiental de inserção institucional” (RODRIGUES *et al.* 2003, p.31).

O Ambitec-Agro foi elaborado com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável, pela adoção de inovações tecnológicas que minimizem os impactos negativos sobre a qualidade do ambiente e que favoreçam o resgate do atual passivo ambiental da agricultura brasileira (RODRIGUES *et al.* 2003).

O intuito do Ambitec-Agro é servir de ferramenta para avaliar *ex-post* inovações tecnológicas, considerar o conhecimento dos adotantes/usuários e, concomitantemente, aperfeiçoar a compreensão ambiental no desenvolvimento de inovações tecnológicas agropecuárias (BIN, 2004).

Anualmente, na Embrapa há a averiguação do Índice de Desempenho Institucional (IDI) do Sistema de Avaliação das Unidades (SAU), com o intuito de promover uma classificação das Unidades Descentralizadas. Entre os itens de desempenho institucional consta a avaliação de impactos, para a qual cada unidade da Embrapa seleciona de três a cinco tecnologias para avaliar os impactos ambientais, sociais e econômicos. Os dados dessas avaliações são inseridos no Balanço Social da Embrapa (EMBRAPA, 2006). A partir do ano de 2001, o Ambitec-Agro foi recomendado como metodologia para avaliar os impactos ambientais das inovações tecnológicas referentes a cada unidade.

Vale ressaltar que o Ambitec-Agro serviu para subsidiar o processo de avaliação de impacto *ex-ante* do Agrofuturo, o projeto que a Embrapa negociou com Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, com início em 2006 (AVILA *et al.*, 2006).

Conforme Rodrigues *et al.* (2003), o sistema Ambitec-Agro envolve três etapas: na primeira, é feito levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia e o segmento do agronegócio ao qual ela se aplica, incluindo dados sobre o alcance da tecnologia (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e o universo dos adotantes da tecnologia. Na segunda etapa, realizam-se entrevistas individuais com os adotantes/usuários selecionados e, *a posteriori*, inserem-se dados sobre os indicadores de impacto nas planilhas eletrônicas desenvolvidas em plataforma MS-Excel, para serem obtidos resultados quantitativos dos impactos, os coeficientes de impactos e o índice agregado de impacto ambiental da tecnologia selecionada. Na última etapa procede-se à análise e interpretação desses índices, assim como indicação de alternativas de manejo da tecnologia para minimizar impactos negativos e potencializar os impactos positivos, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável. Há, também, a formulação individual do Relatório de Gestão Tecnológica, como etapa conclusiva do trabalho de Avaliação.

Concluído o trabalho acadêmico, este servirá de referência para um relatório de Gestão Tecnológica da Integração Lavoura-Pecuária que será entregue a cada um dos pesquisadores que se prontificaram a participar deste trabalho de pesquisa.

Nas entrevistas individuais são estabelecidos diálogos entre entrevistador e entrevistado sobre as alterações ocorridas com a adoção da

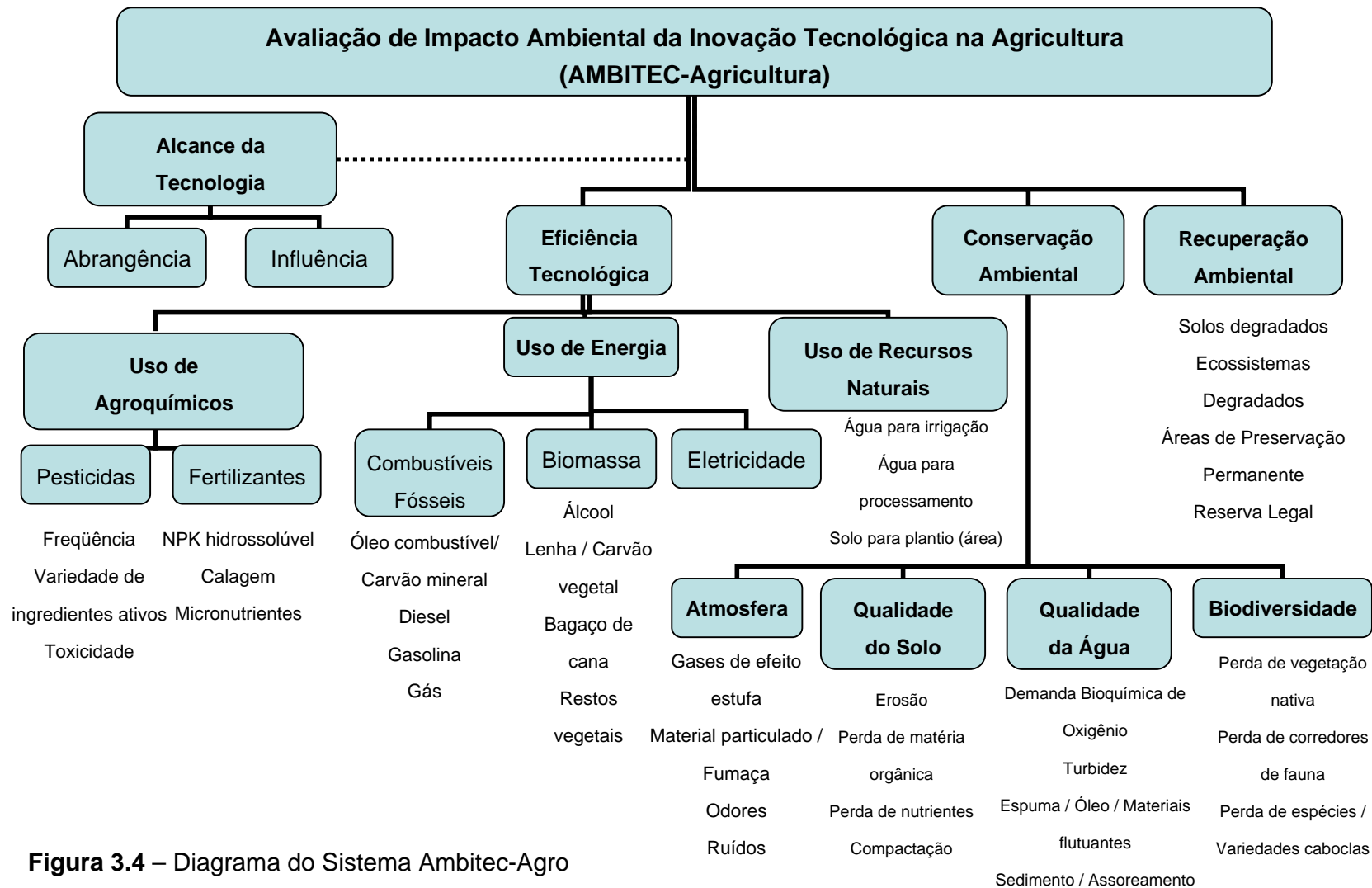
tecnologia para todos os indicadores do sistema. “Esses diálogos trazem os dados que fundamentarão a avaliação circunstanciada dos índices de impacto obtidos com o sistema; provêm também os elementos para formulação do relatório de gestão tecnológica daí derivado” (RODRIGUES *et al.*, 2006).

O Ambitec-Agro permite a consideração de diversos aspectos ambientais de contribuição da inovação tecnológica, como: Alcance, Eficiência, Conservação e Recuperação Ambiental, expressos por oito indicadores e trinta e sete componentes, apresentados na Figura 4.4. Cada um destes aspectos é composto por um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais seus componentes são valorados com coeficientes de alteração, conforme conhecimento pessoal do adotante/responsável da tecnologia, verificado na vistoria de campo. Diagramaticamente, as estruturas de aspectos, indicadores (e sub-indicadores) e componentes foram organizadas e hierarquizadas para cada segmento (MONTEIRO *et al.*, 2006).

- Alcance da Tecnologia: expressa a escala geográfica na qual a tecnologia influencia a atividade ou produto; é definida pela abrangência (a área total cultivada com o produto ou dedicada à atividade – em hectares) e a influência (porcentagem desta área à qual a tecnologia se aplica).
- Eficiência Tecnológica: refere-se à contribuição da tecnologia para redução da dependência de insumos (tecnológicos ou naturais).
- Conservação Ambiental: é avaliada segundo seu efeito na qualidade dos compartimentos do ambiente, ou seja, atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e biodiversidade.

- Recuperação Ambiental: inclui-se no sistema de avaliação de impacto ambiental devido ao atual estado de degradação presente em quase todas as regiões do país. O resgate ambiental deve ser prioridade no processo de inovação tecnológica agropecuária.





**Figura 3.4** – Diagrama do Sistema Ambitec-Agro

Fonte: RODRIGUES (2006)

### 3.3 Gestão Tecnológica

O principal atalho para uma nação alcançar o desenvolvimento é, de modo adequado, utilizar seu potencial científico para gerar inovações tecnológicas. Na verdade, atualmente, inovação tecnológica e desenvolvimento são faces da mesma moeda (CRESTANA, 2004). Ou seja, um país subdesenvolvido necessita encarar a Ciência e Tecnologia (C&T) do mesmo modo que os países desenvolvidos. Tal constatação está fundamentada na relação existente entre o nível e a intensidade de uso da ciência e tecnologia e o grau de desenvolvimento econômico e social do país (MCT, 2002). Isto é, transformar conhecimento em riqueza é o grande desafio contemporâneo para os países em desenvolvimento (VOGT e KNOBEL, 2004).

A importância do papel da inovação tecnológica para o desenvolvimento de um país – principalmente quando se trata de países subdesenvolvidos – é potencializada pela competitividade de uma economia em crescente interdependência. Sendo assim, a gestão adequada de tecnologia é essencial para o cumprimento dos objetivos de desenvolvimento socioeconômico, que se concretizam por meio da elaboração de novos produtos e processos. (FERNÁNDEZ DE LUCIO *et al.*, 1997).

Para Martínez *et al.* (1998) a gestão tecnológica é aplicar técnicas de gestão que apoiem os processos de inovação tecnológica. Essa permite identificar necessidades e oportunidades tecnológicas e, *a posteriori*, planejar, desenvolver e implantar soluções tecnológicas. Este é um processo que administra as atividades da pesquisa tecnológica e a transferência de seus resultados às unidades produtivas.

“Gestão tecnológica é definida como estratégia de utilização de técnicas de administração com a finalidade de maximizar o potencial tecnológico da empresa; administração sistemática de habilidades, mecanismos, conhecimentos, planos e instrumentos organizacionais necessários à estruturação da capacidade empresarial de gerar, introduzir, apropriar, modificar e gerenciar inovações de produtos e processos, com vistas à competitividade” (MCT, 2007).

Conforme COTEC (1998), todas as atividades que capacitam uma organização para fazer o melhor uso da ciência e da tecnologia – quer tenha sido geradas interna ou externamente – são envolvidas pelo gerenciamento tecnológico. Tal fato levará a empresa a valorizar sua capacidade inovadora e, também, promover a eficiência e efetividade de sua vantagem competitiva.

Casarotto Filho *et al.* (2002, p.126) define inovação como a “transformação de uma idéia tecnicamente viável em produtos ou processos até sua utilização com sucesso comercial”. O fato da inovação tecnológica gerar novos produtos ou inovar os existentes proporciona, pela maior competitividade, condições necessárias para uma nação se desenvolver (VICO MAÑAS, 2001).

Porter (1998) afirma que as empresas podem obter um alto retorno quando adotarem uma estratégia de diferenciação, ou seja, adotar práticas que permitem a inovação. A inovação é uma estratégia da empresa para competir o obter vantagens frente às outras.

Conforme Cardoso (2000), o planejamento estratégico tecnológico é um dos pontos-chave para a competitividade de uma empresa. Basicamente, sua função é direcionar e redirecionar uma tecnologia com o propósito de solucionar problemas e gerar aplicações conforme as necessidades demandadas. A concatenação das tecnologias que estão disponíveis com a prospecção de novas

tecnologias – tanto no âmbito interno quanto externo da organização – é de suma importância. Esse é o aspecto que delineia a estratégia adotada pela empresa. Sendo assim, esta tem a possibilidade de traçar planos de intenções e de ações, no sentido do desenvolvimento de tecnologia através de P&D interno, desenvolvimento conjunto ou aquisição de uma nova tecnologia.

Segundo Craveiro (2004), fazer ciência e tecnologia pressupõe despender recursos financeiros para produzir conhecimento. O Brasil investe apenas 1% do Produto Interno Bruto (PIB) em C&T, ao passo que Japão, Coréia do Sul e Estado Unidos investem em torno de 3%. Os países europeus situam-se em 2% do PIB e estabeleceram a meta de 3% nos próximos anos. Atualmente, Suécia e Israel investem mais de 4%. Tais dados evidenciam que o Brasil necessita aumentar seus investimentos em C&T para melhorar a capacidade de competição de suas empresas. Para ser considerado um importante motor para a competitividade, é necessário que os novos produtos (inovações tecnológicas) cheguem ao mercado antes dos concorrentes, como menor preço e performance superior.

A OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) estimou que, entre 1970 e 1995, a inovação foi responsável por mais da metade do crescimento dos países desenvolvidos. “Os países que não possuem uma estratégia consistente de inovação tendem a limitar seu potencial de crescimento econômico e social, perpetuando um ciclo vicioso de dependência em relação às economias mais desenvolvidas” (CRAVEIRO, 2004, p.16).

O Brasil sempre apresentou dependência tecnológica de países desenvolvidos. Esta dependência refere-se ao comodismo de importar tecnologias acabadas com o intuito de atender melhor e mais facilmente às necessidades do desenvolvimento nacional do que a criação de uma base

tecnológica própria. Essa estratégia mantinha o país sintonizado com o compasso da modernização tecnológica internacional. Esse cenário começou a mudar quando a “gestão da inovação na agricultura, via importação de conhecimento e tecnologia, não conheceu o sucesso, nem colocou o país em uma rota de modernização”. Ou seja, as tecnologias agrícolas encontraram barreiras naturais na maior parte do território nacional e insucesso na adaptação das tecnologias importadas. A necessidade de desenvolvimento no setor agrícola foi a mola propulsora para dar início a sólido programa de investimento em C&T para criação de uma base tecnológica própria (CRESTANA *et al.*, 2006b).

Crestana *et al.* (2006b) afirmaram que a gestão e operacionalização do crescimento no negócio agrícola dependem de um processo de inovação contínuo e sustentável e; diferentemente da indústria e dos serviços, tal fato só seria possível com um sólido programa de investimento em C&T para a criação de uma base tecnológica própria.

O agronegócio é claramente um caso de sucesso do país. Sua competitividade internacional é patente em muitas culturas; a produtividade da agropecuária avança, revelada pelo aumento da produção sem correspondente aumento da área plantada. Desbrava-se a fronteira agrícola, dando perspectivas às regiões de cerrado do Centro-Oeste, e alcançando a área do meio-norte. A análise da produtividade total dos fatores mostra que a tecnologia tem função decisiva nesse sucesso e que a Embrapa tem papel líder na geração e na difusão de inovações para o setor, sendo responsável direta pela possibilidade de expansão da fronteira agrícola para as regiões de cerrado (GASQUES, *et al.*, 2004).

Além dos desafios apresentados acima, os gestores se confrontam com a questão ambiental em seus produtos e procedimentos.

Reydon *et al.* (2005) afirmaram que do ponto de vista empresarial, a

adequada gestão ambiental tornou-se uma vantagem competitiva e sua não adoção pode representar perdas para a empresa.

Prahalad<sup>1</sup> (2001) *apud* Souza (2003) afirma que a questão ambiental faz parte do novo cenário competitivo entre as empresas. O autor afirmou que a questão ambiental será o tema mais importante do milênio, sendo que as empresas deixarão de vê-la somente como um quesito para cumprimento da lei e passarão a adotá-la como oportunidade de negócios.

### **3.4 Importância da Tecnologia e da Inovação**

Ciência, tecnologia e Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), complementam-se. Enquanto a primeira busca o conhecimento cada vez maior do meio em que o homem vive, a segunda cuida dos instrumentos que o homem desenvolve para plasmar seu ambiente. As atividades de P&D orientam os conhecimentos da ciência e tecnologia para o delineamento de produtos e processos que possam elevar o grau de bem-estar dos membros de uma comunidade (PERUSSI FILHO, 2001). Todavia, nem sempre houve tanta cumplicidade, pois até a Revolução Industrial, ciência e tecnologia evoluíram separadamente; enquanto a ciência era preocupação das elites, a tecnologia era realizada por artesãos e pelos membros das classes menos privilegiadas.

PRAHALAD<sup>1</sup>, C.K. (2001). *Reexame de competências: inovação e mudanças*. In: JULIO, C.A.; SALIBI NETO, J. (Org). *Autores e Conceitos imprescindíveis*. São Paulo: Publifolha. Pág. 41-48.

De fato, foram as grandes descobertas tecnológicas que promoveram significativas transformações que o mundo presencia desde meados do século XVIII, quando a Inglaterra iniciou o salto tecnológico que a transformou na mais importante nação da época. A Revolução Industrial que teve início com a invenção da máquina de fiar pelo inglês Hargreaves, em 1767, desencadeou uma revolução no ambiente sócio-econômico até então desconhecida pelo mundo (VALENCIO, 2005).

Segundo Schumpeter<sup>1</sup> (1934); Franco<sup>2</sup> (1999) *apud* Perussi Filho (2001), inovação acontece em cinco casos: introdução de um novo produto; introdução de novo método de produção; abertura de novo mercado; conquista de nova fonte de fornecimento e matéria-prima e; desenvolvimento de nova organização.

“Inovação tecnológica é a incorporação de novos conhecimentos tecnológicos às atividades produtivas. É a invenção aplicada efetivamente na prática. A inovação pode referir-se a produtos e processos produtivos. No primeiro caso trata-se da introdução de novos produtos no mercado, ou de alterações em produtos conhecidos, a partir de um avanço no conhecimento tecnológico. A inovação do processo é a introdução de novos processos produtivos, bem como de aperfeiçoamento em processos existentes, para modificar as condições de operação de unidades produtivas instaladas” (DAHAB, 1995, p.54).

Empresas e governos cada vez investem mais em recursos em P&D que visem redução de custos, melhoria da qualidade de produtos e serviços, ou seja, em programas que sustentem o crescimento da capacidade competitiva.

SCHUMPETER<sup>1</sup>, J.A. (1934). *The theory of economic development*. Cambridge, MA. Harvard University *apud* FRANCO<sup>2</sup>, M. J. *Collaboration among firms as a mechanism: Portuguese SME's innovative behaviour*. International Council for Small Business Conference. Napoli. 1999. CDRom. 081. Pág. 01-21.

O impacto mais visível das atividades de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para o crescimento sustentado do agronegócio brasileiro é a própria proeminência que esse setor da economia nacional alcançou, não só como protagonista no mercado internacional de *commodities* agrícolas, mas, sobretudo, como indutor e elemento de estabilidade dos recentes desenvolvimentos econômico e social brasileiro (CRESTANA E SILVA, 2006, p. 46a).

Gasques *et al.* (2004) reportam que o sucesso do agronegócio brasileiro é altamente dependente de tecnologias desenvolvidas por instituições de pesquisa. Entre as instituições, destaca-se a Embrapa que, segundo estimativas, é responsável por 52% de P&D em agricultura no Brasil.

O impacto das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa na sociedade é altamente positivo. No Balanço Social de 2005 – que levou em conta apenas as somas dos ganhos relativos à adoção de uma amostra de 86 tecnologias e 170 cultivares – a Embrapa registra que para cada R\$1,00 aplicado na Empresa, R\$14,00 retornaram à sociedade. Ou seja, as tecnologias possibilitam geração de empregos, aumentaram a renda, melhoram a qualidade de vida e proporcionam conservação ambiental (EMBRAPA, 2006).

### **3.5 Desenvolvimento Sustentável**

No início da década de sessenta, conservação ambiental e manutenção da qualidade de vida eram incompatíveis com o conceito de desenvolvimento, que significava crescimento industrial e econômico. Todavia, nas décadas seguintes, verificou-se expressivo aumento da importância das questões ambientais em vários países – enfocando temas como redução dos níveis de poluição do ar, da água e do solo, assim como a implantação do modelo de desenvolvimento sustentável.

Na década de setenta, mais precisamente em junho de 1972, ocorreu a



primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, tendo como pauta o “Meio Ambiente Humano”, a qual colocou a questão ambiental nas agendas oficiais e nas organizações internacionais. Foi um marco importante, uma vez que a partir dessas discussões foram criados: o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (LE BOURLEGAT, 2004).

Em consequência à Conferência houve a promulgação de legislações e regulamentos ambientais por praticamente todas as nações industrializadas; organismos e ministérios encarregados do meio ambiente também foram criados com o intuito de enfrentar a degradação do meio ambiente. Apesar dessas decisões, houve pouco progresso no sentido de resolver as consequências para o meio ambiente decorrente do crescimento econômico.

Le Bourlegat (2004) afirmou que esse conceito evoluiu para “desenvolvimento sustentável” nos anos oitenta, termo empregado pela primeira vez em um documento produzido pela União Internacional pela Conservação da Natureza (UICN), o qual notabilizou-se por meio do relatório elaborado pela primeira ministra norueguesa, Gro Harlem Brundtland, que presidiu a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1982. O documento foi publicado em 1987, sob o título “Nosso futuro comum”, também conhecido como Relatório Brundtland. Neste relatório, o conceito de desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que *“atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”*.

Em junho de 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92). Neste encontro, prevaleceu a idéia

de harmonização entre os objetivos sociais, ambientais e econômicos. Da Eco 92 resultaram: a Carta da Terra (Declaração do Rio) e a Agenda 21.

A Declaração do Rio propunha estabelecer acordos internacionais que respeitassem os interesses de todos e protegessem a integridade do sistema global de ecologia e desenvolvimento. A Agenda 21 tratava dos problemas do século XX e, também, almejava preparar o mundo para o século atual. O documento, assinado por representantes de 179 países, reflete o consenso global e o compromisso político em seu mais alto grau, objetivando o desenvolvimento e o compromisso ambientais. Na reunião realizada em Kyoto (Japão), em 1997, representantes de diversos países assinaram o documento denominado Protocolo de Kyoto, que estabelece a proposta de criação da Convenção de Mudança Climática das Nações Unidas e as condições para implementação da referida Convenção. A reunião de Kyoto foi uma, entre outras reuniões já ocorridas desde a Eco-92 (BRAGA *et al.*, 2005).

Na Conferência da ONU, realizada em Johannesburgo, em 2002, chamada “Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável”, as discussões continuaram apontando para a multidimensionalidade do desenvolvimento sustentável e desigualdade entre nações ricas e pobres, mas sem sinalizar avanços teóricos ou práticos sobre a questão (LE BOURLEGAT, 2004).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Aplicação do Sistema Ambitec-Agro**

O sistema Ambitec-Agro indica a realização de uma entrevista/vistoria conduzida pelo usuário do sistema ao adotante/responsável pela atividade rural à qual é aplicada a tecnologia avaliada. Neste trabalho acadêmico, a vistoria deu-se apenas na Fazenda Capivara (Santo Antônio de Goiás - GO), que abriga a Embrapa Arroz e Feijão. O objetivo principal da aplicação desse sistema é a obtenção dos coeficientes de alteração dos componentes, para cada indicador de impacto. A inserção seqüencial dos coeficientes nas planilhas resulta na expressão automática do coeficiente de impacto ambiental da tecnologia, relativizada por fatores de ponderação devido à escala de ocorrência da alteração e ao peso do componente na composição do indicador. Os resultados finais da avaliação são expressos graficamente na planilha "AIA da Tecnologia". Finalmente, os indicadores são considerados em seu conjunto, para composição do Índice de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica. Este índice envolve ponderação da importância do indicador e os pesos relativos aos indicadores podem ser alterados pelo usuário do sistema, desde que o total seja igual à unidade (1) (MONTEIRO e RODRIGUES, 2006).

No anexo 1 é possível observar um exemplo do sistema Ambitec-Agro com as matrizes de ponderação preenchidas e inseridas de forma seqüencial.

Na execução da avaliação solicita-se ao adotante/responsável que indique a direção (aumento, diminuição, ou manutenção) dos coeficientes de alteração dos componentes que variam de -3 a +3, dependendo da intensidade do efeito

observado, apresentados no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1** - Efeitos da Inovação Tecnológica e Coeficientes de Alteração do Componente a serem Inseridos nas Células das Matrizes de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica

Efeito da tecnologia na atividade sob as condições de manejo específicas	Coeficiente de alteração do componente
Grande aumento no componente	+3
Moderado aumento no componente	+1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição no componente	-1
Grande diminuição no componente	-3

**FONTE:** Rodrigues *et al.* (2003).

Em todas as matrizes de ponderação há uma linha exclusiva, na qual o avaliador deve inserir a letra X, caso o componente do indicador avaliado não se aplique na inovação tecnológica.

“A ocorrência de componentes de indicadores sem efeito é conseqüência da formulação do método ter que ser suficientemente ampla para permitir aplicação a inovações tecnológicas em geral. Como quanto mais geral for uma regra, maiores são as exceções, é natural que em determinados casos os indicadores não sejam afetados pela inovação tecnológica. A expressão desses casos nos gráficos de resultados permite ao usuário do sistema avaliar a extensão na qual o método é adequado para a tecnologia e situação em estudo.” (RODRIGUES *et al.*,2003, p.37).

Os indicadores e componentes foram formulados com o intuito de serem obtidas alterações objetivas, com bases em unidades verificáveis de quantidade de materiais, de tempo, de área cultivada ou conservada e de recursos do ambiente, entre outras. Assim, o produtor/responsável participa ativamente das avaliações, contribuindo com conhecimento histórico do desempenho da atividade com e sem a ação da tecnologia e no auxílio para verificação das alterações observadas no estabelecimento rural, em conseqüência da adoção tecnológica.

Nas matrizes automáticas incluem-se, também, dois fatores de ponderação: um refere-se a importância do componente para a formação do indicador e o outro à escala geográfica de ocorrência da alteração no componente, destacados no Quadro 4.2.

**Quadro 4.2:** Matriz de ponderação do indicador Biodiversidade – Fatores de ponderação – Ambitec-Agro

Tabela de coeficientes de alteração da variável						
Biodiversidade		Variável de biodiversidade			Averiguação fatores de ponderação	
		Perda de vegetação nativa	Perda de corredores de fauna	Perda de espécies / Variedades caboclas		
<b>Fatores de ponderação k</b>		-0,4	-0,3	-0,3	<b>-1</b>	
Escala da ocorrência =	Sem efeito	Marcar com X				
	Pontual	1				
	Local	2				
	Entorno	5	-3	-3	-3	
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		<b>6</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>15,0</b>	

Os valores de importância dos componentes podem ser alterados pelo usuário do Ambitec-Agro com o intuito de otimizar a reflexão de certos componentes, isto é, enfatizá-los, desde que o valor total de todos os componentes seja igual à unidade ( $\pm 1$ , a depender da direção do impacto do indicador, se positivo ou negativo). Neste trabalho, optou-se por manter os valores “originais” dos fatores de ponderação relativos à importância dos componentes.

A escala da ocorrência explicita o espaço no qual se processa a alteração nos componentes do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia, a poder:

- Pontual: quando os efeitos da tecnologia no componente restringem-se apenas ao local de sua ocorrência ou a unidade produtiva na qual esteja ocorrendo a alteração. Fator de ponderação igual a 1 (um).

- Local: quando os efeitos se fazem sentir externamente ao local de ocorrência ou à unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento. Fator de ponderação igual a 2 (dois).
- No entorno: quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento. Fator de ponderação igual a 5 (cinco), como mostra o Quadro 4.3.

**Quadro 4.3** - Fator de ponderação relativo à escala da ocorrência do efeito da tecnologia sobre o componente do indicador de impacto ambiental.

<i>Escala de ocorrência</i>	<i>Fator de ponderação</i>
Pontual	1
Local	2
Entorno	5

**FONTE:** Rodrigues *et al.* (2003)

Após serem inseridos os valores dos coeficientes de alteração dos componentes em cada célula do componente, a matriz de ponderação calcula o coeficiente de impacto do componente relativizada por fatores de ponderação devido à escala da ocorrência da alteração e ao peso do componente na composição do indicador. Os coeficientes de impacto dos componentes são somados para finalmente gerarem o coeficiente de impacto do indicador, que pode variar entre os valores de -15 a + 15, destacado no Quadro 4.4. Vale ressaltar que, o coeficiente de impacto 0 (zero) refere-se à inalteração do impacto da inovação tecnológica no ambiente; coeficiente de impactos positivos, referem-se a impactos positivos gerados pela inovação tecnológica no ambiente e; coeficientes de impactos negativos referem-se a impactos negativos no ambiente.

**Quadro 4.4:** Matriz de ponderação do indicador Biodiversidade – Coeficiente de impacto – Ambitec-Agro

Tabela de coeficientes de alteração da variável						
Biodiversidade			Variável de biodiversidade			Averiguação fatores de ponderação
			Perda de vegetação nativa	Perda de corredores de fauna	Perda de espécies / Variedades caboclas	
<b>Fatores de ponderação k</b>			-0,4	-0,3	-0,3	<b>-1</b>
<b>Escala da ocorrência =</b>	Sem efeito	Marcar com X				
	Pontual	1				
	Local	2				
	Entorno	5	-3	-3	-3	
<b>Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)</b>			<b>6</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>15,0</b>

Os resultados dos coeficientes de impactos dos indicadores são inseridos automaticamente em “Indicadores de impacto ambiental”, localizado na última planilha do Ambitec-Agro, denominada “AIA da tecnologia”. Cada indicador possui seu peso, que pode ser alterado pelo usuário, desde que a somatória seja igual à unidade (1). Calculados os coeficientes de impacto dos indicadores relativos aos pesos dos indicadores é gerado o Índice de Impacto Ambiental da Inovação tecnológica Agropecuária.

Durante a realização das entrevistas deste trabalho, grande parte dos pesquisadores entrevistados afirmou não haver uma base firme que permita decidir a direção (se positiva ou negativa) ou a intensidade da alteração do indicador de impacto sobre Atmosfera. Por este motivo decidiu-se por desconsiderar o critério (zerar o respectivo coeficiente de ponderação) e distribuí-los em valores iguais a 0,0625 para dois critérios que concorrem (positivo e negativo) para efeito na atmosfera:

- Uso de energia, que interfere de forma negativa (impondo maior impacto

por intensificação);

– Qualidade do solo, que interfere de forma positiva (favorece o aumento da matéria orgânica e o seqüestro de carbono), apresentados na Quadro 4.5.

Vale ressaltar que a redistribuição do peso do indicador Atmosfera deve-se, principalmente, a criação de um menor viés de tendência possível. Ou seja, o valor do peso do indicador atmosfera foi distribuído para o indicador Uso de Energia do aspecto Eficiência Tecnologia, pois seus componentes interferem de forma negativa para a atmosfera; o valor do peso do indicador Atmosfera foi distribuído para o indicador Qualidade do Solo do aspecto Conservação Ambiental, pois seus componentes interferem de forma positiva para a atmosfera. Assim, há um equilíbrio na distribuição dos pesos dos indicadores que influenciam de forma negativa e positiva a atmosfera e, também, a distribuição dos pesos em relação aos aspectos do sistema Ambitec.

**Quadro 4.5:** Indicadores de impacto ambiental – Ambitec-Agro

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coeficientes de impacto
Uso de Agroquímicos	0,125	6,0
Uso de Energia	0,1875	3,0
Uso de Recursos Naturais	0,125	10,5
Atmosfera	0	0,0
Qualidade do Solo	0,1875	12,5
Qualidade da Água	0,125	1,5
Biodiversidade	0,125	15,0
Recuperação Ambiental	0,125	1,0
<b>Averiguação da ponderação</b>	<b>1</b>	<b>Índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária</b>
		<b>7,16</b>



## **4.2 Pesquisa de Campo**

### **4.2.1 Processo de amostragem**

O universo amostral deste trabalho foi composto por pesquisadores da Embrapa Transferência de Tecnologia (Brasília - DF), Embrapa Cerrados (Planaltina - DF) e Embrapa Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás - GO). Essas unidades da Empresa foram selecionadas por possuírem um conjunto significativo de pesquisadores (unidades amostrais) que de alguma forma trabalham com o sistema Integração Lavoura-Pecuária e, também, pela localização geográfica dessas três unidades da Embrapa.

O processo de amostragem foi efetuado em função das formações e do conhecimento do sistema Integração Lavoura-Pecuária, com o propósito de conseguir amostra representativa dessa equipe de profissionais, de modo a ampliar a gama de informações e, assim, encontrar um “retrato” mais fiel da situação. Essa opção do pesquisador caracteriza a seleção de indivíduos como “população prontamente acessível”.

Todos os pesquisadores foram informados do propósito deste trabalho acadêmico e convidados a participar do processo de entrevistas para contribuir com seus conhecimentos e testemunhar sua experiência. A aceitação tornou cada pesquisador uma unidade amostral.

No que pesem as vantagens estatísticas deste tipo de amostra, haveria o sério contraponto de – por algum motivo – o profissional não perceber vantagem em participar do trabalho; isso poderia causar certo mal-estar e, talvez, interferir na qualidade de suas informações. A motivação para o trabalho está aliada ao fato de a pessoa participante sentir-se apta a colaborar de forma positiva,

embasada em sua experiência profissional.

O equilíbrio de objetivos sócio-cultural, econômico, profissional e ecológico dos pesquisadores, potencializou a participação e o interesse em obter uma avaliação dos impactos da Integração Lavoura-Pecuária.

Este trabalho contou com a colaboração de treze pesquisadores da Embrapa, distribuídos nas seguintes especializações: doze agrônomos e um zootecnista. Nesta amostra, dois possuem o título de pós-doutorado e onze de doutor.

Vale ressaltar que a identidade dos pesquisadores foi preservada, ou seja, este trabalho não divulgou o nome dos entrevistados.

#### **4.2.2 Fazenda Capivara – Local da Pesquisa**

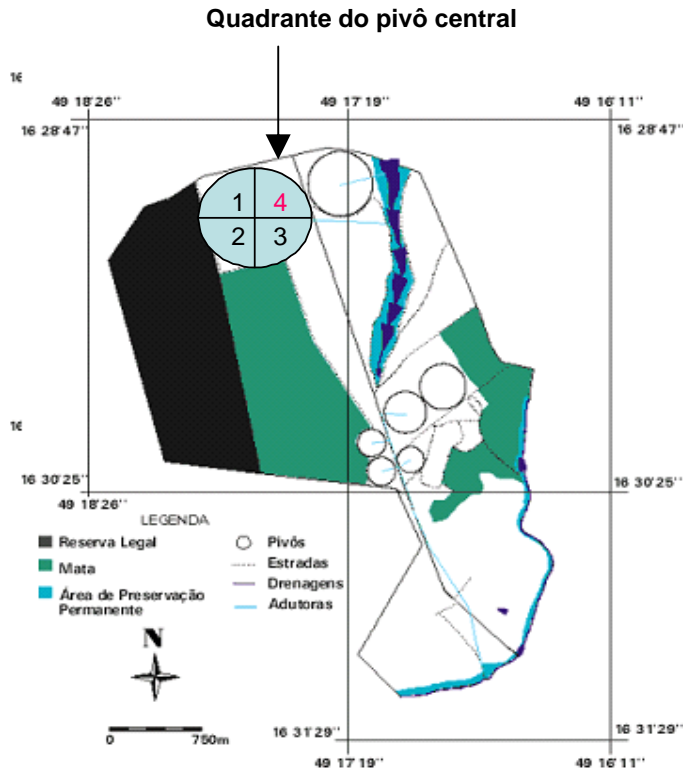
A Fazenda Capivara – sede da Embrapa Arroz e Feijão – está localizada no Município de Santo Antônio de Goiás, a uma altitude de 823,77 m (em sua estação agroclimática), Latitude 16° 28´ S e Longitude 49° 17´ W Grw. Essa região se caracteriza por clima úmido, cujo índice efetivo de umidade é 41%, de moderada deficiência hídrica no inverno. A temperatura média anual fica em torno de 23 °C, o mês de julho apresenta a menor média de temperaturas mínimas, em torno de 14 °C e o mês de setembro maior média de temperaturas máximas em torno de 31 °C.

A Fazenda Capivara está classificada nas seguintes áreas, como mostra a Figura 4.1:

- Área de Reserva Legal ..... → 192,38 ha
- Área de Preservação Permanente..... → 45,62 ha
- Área de Mata..... → 215,50 ha
- Área construída + área em comodato com a AEE → 108,40 ha

- Área agricultável → 400,00 ha
- Área irrigada por sistema de pivô central ..... → 114,64 ha
- Área total ..... → 961,90 ha

Vale ressaltar que a área agricultável da Fazenda Capivara serve às pesquisas de campo, à produção de sementes e à produção de grãos.



**Figura 4.1 - Mapa da Estrutura Física da Fazenda Capivara**  
**Fonte:** Embrapa Arroz e Feijão (2006)

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária está implantado em uma parte da Fazenda Capivara. Este ecossistema ocupa uma área de aproximadamente 92 hectares, dos quais atualmente 54 são de pastagem e o restante é ocupado por culturas. Nesta área, a implantação da pastagem é feita via Sistema Santa Fé (milho + braquiária). O pasto (braquiária) é usado para o pastejo de touros da raça Nelore, que fazem parte de um programa de melhoramento genético. Nelore é o nome comum da raça de gado bovino, Zebu, *Bos indicus*, originário da Índia, no

século XVIII e hoje predomina o rebanho brasileiro. O nelore é raça base para o cruzamento de gado corte.

O quadrante 4 do pivô central, destacado na Figura 4.1 – localizado na Fazenda Capivara – foi escolhido como espaço amostral para avaliação de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada. Justifica-se a escolha deste quadrante por conter um histórico completo, antes e depois da adoção do sistema Integração Lavoura-Pecuária e, consórcio de culturas anuais com forrageira, em relação aos outros três quadrantes, conforme visualizados na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1** - Histórico da Rotação de culturas do Pivô Central da Fazenda Capivara

Ano	Época	Quadrante			
		1	2	3	4
1993	I	Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Soja	Soja	Soja	Soja
1994	I	Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Soja	Soja	Soja	Soja
1995	I	Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Milho	Milho	Milho	Milho
1996	I	Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Milho	Milho	Milho	Milho
1997	I	Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Milho	Milho	Milho	Milho
1998	I	Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Soja	Soja	Soja	Soja
1999	I	Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Milho	Milho	-	Milho
2000	I	Feijão	Feijão	-	Feijão
	V	Soja	Soja	-	Soja
2001	I	Cevada	Cevada	-	Cevada
	V	Milho+ capim	Milho+ capim	Milho+ capim	Milho+ capim
2002	I	Capim	Feijão	Capim	Capim
	V	Capim	Soja	Capim	Capim
2003	I	Capim	Crotalária	Capim	Capim
	V	Capim	Milho+ capim	Soja	Capim
2004	I	Capim	Feijão	Feijão	Capim
	V	Capim	Milho	Arroz	Soja
2005	I	Capim	Feijão	Feijão	Feijão
	V	Soja	Soja	Milho+ capim	Arroz
2006	I	Feijão	Milho	Capim	Feijão

FONTE: Informação pessoal – Dr. Corival Cândido da Silva (Embrapa Arroz e Feijão)

Para Avaliação de Impacto Ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro (denominação de terrenos ou regiões secas nas quais falta água e onde não é feita irrigação), foi escolhido como cenário o mesmo ecossistema que compôs o espaço amostral da Fazenda Capivara. Entretanto, por se tratar de sistema de sequeiro, substitui-se a cultura do feijão irrigado tanto no inverno do ano de 2005 quanto no inverno do ano de 2006 por restos vegetais. Assim, foi possível obterem-se dados para avaliar os impactos da Integração Lavoura-Pecuária tanto em área de sequeiro quanto em área irrigada.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O Sistema Ambitec-Agro, que tem por proposta avaliar impacto ambiental de inovações tecnológicas agropecuárias, foi demonstrado e aplicado a 13 pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Cerrado e Embrapa Transferência de Tecnologia, no qual o referido sistema permitiu a Avaliação de Impacto Ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada. Para tanto, através de entrevistas foram coletados dados da percepção que os pesquisadores em pauta têm dos seguintes indicadores: Uso de Agroquímicos, Uso de Energia, Uso de Recursos Naturais, Qualidade do Solo, Qualidade da Água, Biodiversidade, Recuperação Ambiental.

Os indicadores do Sistema Ambitec-Agro possuem a escala máxima de ocorrência no entorno, portanto, os efeitos da adoção da inovação tecnológica agropecuária se limitam ao entorno da Fazenda Capivara. Assim, as conclusões oriundas desta dissertação são válidas somente para a Fazenda Capivara, local de pesquisa deste trabalho acadêmico.

Os elementos fornecidos pelas três etapas descritas abaixo permitiram a confecção deste trabalho acadêmico de mestrado.

A primeira etapa referiu-se ao levantamento e coleta de dados gerais sobre a tecnologia e o segmento do agronegócio, dados sobre o alcance da tecnologia (abrangência e influência), a delimitação da área geográfica e o universo dos adotantes. Para esta etapa, foi selecionada a Fazenda Capivara como local da pesquisa; em relação ao universo de adotantes, considerou-se o conjunto de pesquisadores; para comporem o universo amostral foram selecionados 13

pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Transferência de Tecnologia e Embrapa Cerrados.

Para cumprir a segunda etapa foram realizadas entrevistas individuais com os 13 pesquisadores selecionados. A realização da entrevista deu-se da seguinte forma: o entrevistador apresentou-se, expôs a proposta de seu trabalho acadêmico, discorreu sobre a metodologia do Ambitec-Agro e disse o intuito das entrevistas: utilizar os dados fornecidos pelos entrevistados para, com aplicação da metodologia Ambitec-Agro, avaliar o impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada. Para informar os dados requeridos pelo entrevistador, o entrevistado deveria comparar e verificar qual a alteração que houve do sistema convencional para o sistema Integração Lavoura-Pecuária. Sendo assim, o entrevistado teria uma base comparativa para responder as perguntas da entrevista. A seguir, foram inseridos os coeficientes de alteração nos componentes nas matrizes de ponderação automatizadas, que resultaram em coeficientes de impactos do indicador e, *a posteriori*, no índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária. Esses valores foram ajustados aos 5 coeficientes de alteração do componente para serem valorados com os fatores de ponderação. A primeira entrevista foi realizada com o intuito de obter dados do sistema Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada; a segunda entrevista, referente ao sistema Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro ocorreu após dez dias.

Na terceira e última etapa foi feita análise e interpretação dos índices de impacto ambiental da inovação tecnológica avaliada.

Para facilitar a compreensão, as médias dos dados obtidos nas entrevistas estão apresentados sob forma de tabelas que geraram gráficos. Os valores

médios apresentados nas tabelas e gráficos são indicadores para sinalizar a discussão dos impactos ambientais da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada. Cabe ressaltar que para melhor interpretação dos dados, é importante saber que quando os coeficientes dos componentes são positivos, indica que a tecnologia foi eficiente em minimizar impactos negativos no ambiente; quando os coeficientes dos componentes são negativos, indica que a tecnologia foi ineficiente em minimizar impactos negativos no ambiente.

As tabelas e gráficos estão apresentados neste capítulo, de forma seqüencial, contendo os dados obtidos.

## **5.1 Aspecto Alcance**

O alcance da tecnologia expressa a escala geográfica em que há influência da atividade ou produto, definida pela abrangência (área total cultivada com o produto ou dedicada à atividade, em hectares) e pela influência (porcentagem da área à qual a tecnologia se aplica).

Somente nos Cerrados são cultivados mais de 10 milhões de hectares com as principais culturas anuais: soja, arroz, feijão, sorgo e milho; a safrinha é praticada em aproximadamente 800 mil hectares e; apenas 300 mil hectares possuem sistema de irrigação e são cultivados durante todo o ano. Estima-se que a influência do sistema Integração Lavoura-Pecuária seja de 3,5% no bioma Cerrado.



## **5.2 Aspecto Eficiência Tecnológica**

A eficiência tecnológica refere-se à contribuição da inovação tecnológica para redução da dependência do uso de insumos industrializados ou naturais. Ou seja, contribuir para a sustentabilidade da atividade agropecuária (RODRIGUES *et al.*, 2003).

O aspecto Eficiência Tecnológica apresenta os seguintes indicadores: Uso de Agroquímicos, Uso de Energia e Uso de Recursos Naturais. Esses indicadores possuem a escala máxima de ocorrência pontual, ou seja, os efeitos da adoção da inovação tecnológica agropecuária são restritos ao local de sua ocorrência. Quando a escala máxima de ocorrência é pontual, o fator de ponderação da escala é 5 (cinco).

Nas Tabelas 5.1 e 5.2 denominadas Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica constam as médias, coeficientes de variação e desvios padrão dos coeficientes de impacto ambiental dos usos de Agroquímicos, Energia e Recursos Naturais para a área de sequeiro e área irrigado, respectivamente.

As Figuras 5.1 e 5.2 denominadas Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica, apresentam as médias dos coeficientes de impacto ambiental dos usos de Agroquímicos, Energia e Recursos Naturais para a área de sequeiro e área irrigada, respectivamente.

**Tabela 5.1** – Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica (Área de Sequeiro)

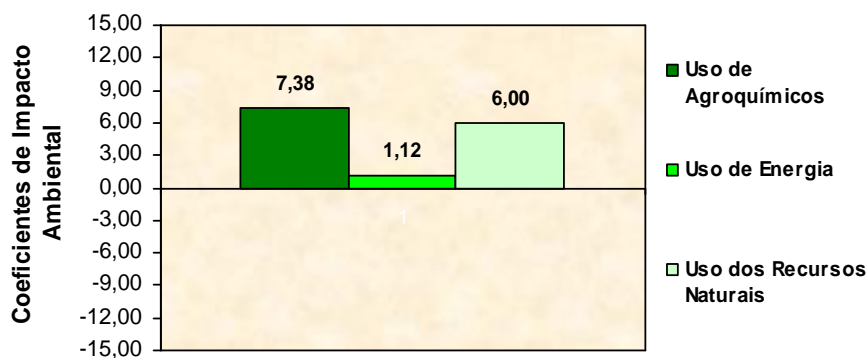
Unidade Amostral	Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica		
	Uso de Agroquímicos	Uso de Energia	Uso de Recursos Naturais
Entrevistado 1	6,00	1,50	6,00
Entrevistado 2	5,00	0,50	6,00
Entrevistado 3	9,00	1,50	6,00
Entrevistado 4	4,00	1,50	6,00
Entrevistado 5	3,50	0,50	6,00
Entrevistado 6	13,50	1,50	6,00
Entrevistado 7	14,00	1,50	6,00
Entrevistado 8	13,00	1,50	6,00
Entrevistado 9	7,00	0,50	6,00
Entrevistado 10	4,00	0,50	6,00
Entrevistado 11	1,00	0,50	6,00
Entrevistado 12	7,00	1,50	6,00
Entrevistado 13	9,00	1,50	6,00
Média ( $\bar{\mu}$ )	<b>7,38</b>	<b>1,12</b>	<b>6,00</b>
Coefficiente de Variação (CV) %	56,00	45,50	0,00
Desvio padrão ( $\sigma$ )	4,13	0,51	0,00

$\bar{\mu}$  = média é o valor médio de uma distribuição.

$\sigma$  = Mede o grau de dispersão dos dados numéricos em torno de um valor médio.

CV = Expressa o desvio padrão proporcionalmente à média.

**Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica**



**Figura 5.1** – Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica (Área de Sequeiro)

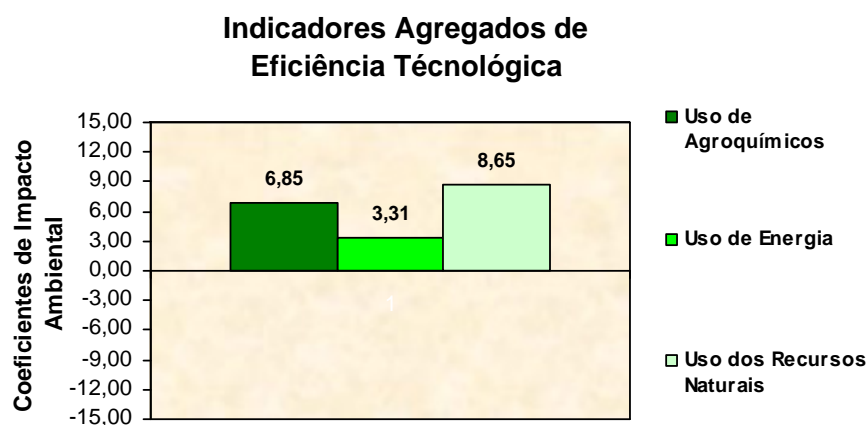
**Tabela 5.2 – Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica (Área Irrigada)**

Unidade Amostral	Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica		
	Uso de Agroquímicos	Uso de Energia	Uso de Recursos Naturais
Entrevistado 1	6,00	3,00	10,50
Entrevistado 2	10,00	2,00	4,50
Entrevistado 3	8,50	3,00	7,50
Entrevistado 4	4,50	2,00	7,50
Entrevistado 5	5,00	2,00	10,50
Entrevistado 6	2,00	3,00	10,50
Entrevistado 7	14,00	6,00	10,50
Entrevistado 8	14,00	6,00	10,50
Entrevistado 9	7,00	5,00	7,50
Entrevistado 10	3,00	3,00	10,50
Entrevistado 11	2,00	2,00	7,50
Entrevistado 12	7,00	3,00	7,50
Entrevistado 13	6,00	3,00	7,50
Média ( $\bar{\mu}$ )	<b>6,85</b>	<b>3,31</b>	<b>8,65</b>
Coeficiente de Variação (CV) %	57,7	43,5	22,5
Desvio padrão (S)	3,39	1,44	1,95

$\bar{\mu}$  = média é o valor médio de uma distribuição.

$\sigma$  = Mede o grau de dispersão dos dados numéricos em torno de um valor médio.

CV = Expressa o desvio padrão proporcionalmente à média.



**Figura 5.2 – Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica (Área Irrigada)**

Os coeficientes de impacto referentes ao Uso de Agroquímicos, Uso de Energia e Uso de Recursos Naturais, que constituem o aspecto Eficiência Tecnológica são significativos, por apresentarem apenas valores positivos, conforme apresentado nas Tabelas 5.1 e 5.2 e Figuras 5.1 e 5.2. Os valores dos Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica sinalizam haver vantagens na inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária seja em área de sequeiro, seja em área irrigada, o que pode contribuir para a sustentabilidade dos ecossistemas.

Na Tabela 5.1 é possível observar que o indicador Uso de Agroquímicos em área de sequeiro, apresenta a média do coeficiente de impacto  $\bar{\mu} = 7,38$  e desvio padrão  $\sigma = 4,13$  e, na área irrigada, conforme Tabela 5.2, este indicador apresenta a média do coeficiente de impacto  $\bar{\mu} = 6,85$  e desvio padrão  $\sigma = 3,39$ , devido, principalmente, à redução da frequência de aplicação de pesticidas, variedade de ingredientes ativos e a toxicidade dos pesticidas. Os resultados do indicador Uso de Agroquímicos em área de sequeiro e em área irrigada possuem valores de coeficientes próximos, entretanto, no sistema irrigado é inferior, pois a toxicidade dos pesticidas diminuiu moderadamente.

Dentre os três indicadores do aspecto Eficiência Tecnológica, o Uso de Energia é o que apresenta menor valor médio do coeficiente de impacto seja na área de sequeiro ( $\bar{\mu} = 1,12$ ;  $\sigma = 0,51$ ) seja na área irrigada ( $\bar{\mu} = 3,31$ ;  $\sigma = 1,44$ ), Tabela 5.1 e 5.2. Esse fato ocorre devido a vários componentes (Óleo Combustível/ Carvão Mineral, Gás, Lenha/Carvão Vegetal, Bagaço de Cana, Álcool, Gasolina e Restos Vegetais) serem inalterados em relação à inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária. A média do coeficiente de impacto do sistema Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada é maior que a encontrada em área de sequeiro, pois o componente Eletricidade foi valorado em virtude do

uso do pivô que promove a irrigação da cultura. Vale ressaltar que neste trabalho, o peso do indicador Uso de Energia foi alterado de 0,125 para 0,1875; essa alteração foi realizada em virtude da anulação do peso do indicador Atmosfera.

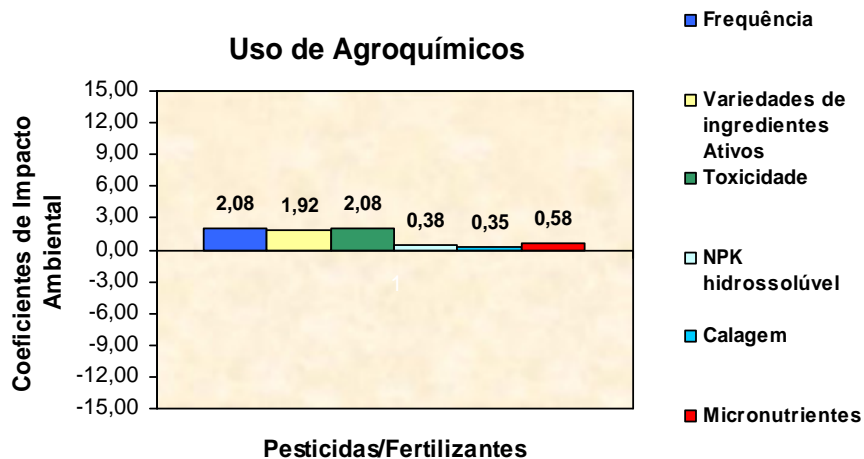
Na Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro, ao tratar-se do indicador Uso dos Recursos Naturais, os componentes Água para Irrigação e Água para Processamento são inalterados. O único componente valorado do indicador (Solo para plantio – área) foi qualificado como grande diminuição do componente (-3) por todos os pesquisadores entrevistados. Por essa razão, a média do coeficiente de impacto do indicador Uso de Recursos Naturais é  $\bar{\mu} = 6,0$  e  $\sigma = 0,00$ , apresentados na Tabela 5.1. No sistema Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada, o único componente inalterado no indicador Uso de Recursos Naturais é Água para Processamento, por essa razão, a média do coeficiente de impacto do indicador é  $\bar{\mu} = 8,65$  e  $\sigma = 1,95$ , Tabela 5.2.

Analisando as médias e desvios padrão acima apresentados, nota-se que alguns valores de desvios padrão sobressaíram em relação às suas respectivas médias, pois tratam-se de dados obtidos em entrevistas e algumas opiniões foram pouco convergentes entre os alguns entrevistados. Os coeficientes de variação, Tabelas 5.1 e 5.2, dos indicadores Uso de Agroquímicos (CV = 56,00 em área de sequeiro e CV = 57,7 em área irrigada) e Uso de Energia (CV = 45,5 em área de sequeiro e CV = 43,5 em área irrigada) recomendam que, por se tratar de entrevistas, algumas opiniões são mais heterogêneas em relação a tais indicadores. O coeficiente de variação do indicador Uso de Recursos Naturais em área de sequeiro CV = 0 revela que este é o único indicador da avaliação de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária que possui opiniões totalmente homogêneas e na área irrigada, o coeficiente de variação

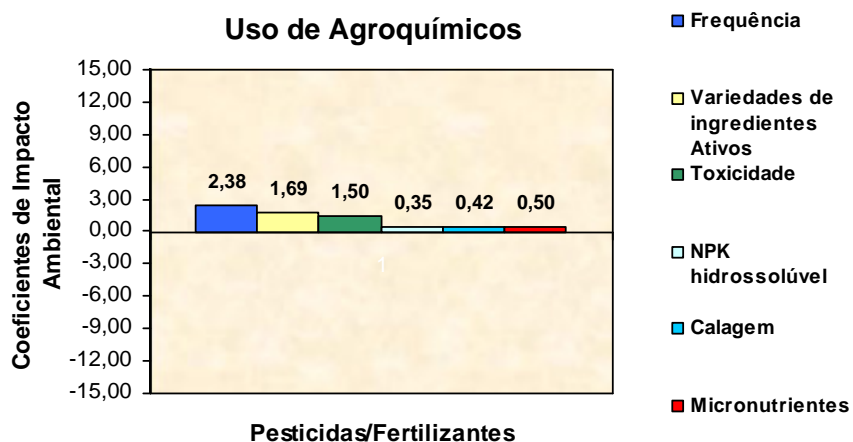
CV = 22,5 representa média dispersão das opiniões dos entrevistados, pois o indicador Água para Irrigação que foi juntamente avaliado neste sistema.

### 5.2.1 Indicador Uso de Agroquímicos

Nas Figuras 5.3 e 5.4 denominadas Componentes do indicador Uso de Agroquímicos estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Frequência, Variedade de Ingredientes Ativos, Toxicidade, NPK hidrossolúvel, Calagem e Micronutrientes; que pertencem ao indicador Uso de Agroquímicos, para a área de sequeiro e área irrigada.



**Figura 5.3** – Componentes do indicador Uso de Agroquímicos  
(Área de Sequeiro)



**Figura 5.4** – Componentes do indicador Uso de Agroquímicos (Área Irrigada)

O Uso de Agroquímicos é considerado inversamente proporcional a sustentabilidade agropecuária, principalmente, pelo fato de essas substâncias (pesticidas e fertilizantes) serem insumos externos com custo elevado; que conseqüentemente drenam capital e, também, possuem alto potencial contaminador que, se não forem empregados de maneira adequada, podem causar graves problemas de contaminação (RODRIGUES *et al.*, 2003).

O indicador Uso de Agroquímicos possui dois grupos, que são avaliados por um conjunto específico. Ou seja, na distribuição dos valores dos fatores de ponderação dos componentes, o grupo dos pesticidas (Frequência, Variedade de Ingredientes Ativos e Toxicidade) possui os maiores valores, que agregam maior importância em relação ao grupo dos fertilizantes (NPK hidrossolúvel, Calagem e Micronutrientes). A distribuição dos valores dos fatores de ponderação dos componentes é a seguinte: Frequência (0,2), Variedade de Ingredientes Ativos (0,2) Toxicidade (0,3), NPK hidrossolúvel (0,1), Calagem (0,1) e Micronutrientes (0,1). Por essa razão, as médias dos coeficientes de impacto dos componentes

pertencentes ao grupo dos pesticidas são mais significativos, como pode ser observado nas Figuras 5.3 e 5.4.

Nas Figuras 5.3 e 5.4 é possível observar a redução da frequência de aplicações de pesticidas por meio das médias dos coeficientes dos componentes ( $\bar{\mu} = 2,08$  e  $\bar{\mu} = 2,38$ ) em área de sequeiro e área irrigada, respectivamente; redução da variedade de ingredientes ativos ( $\bar{\mu} = 1,92$  e  $\bar{\mu} = 1,69$ ) em área de sequeiro e área irrigada, respectivamente; e, redução da toxicidade dos pesticidas ( $\bar{\mu} = 2,08$  e  $\bar{\mu} = 1,50$ ) em área de sequeiro e área irrigada, respectivamente, quando se adota a Integração Lavoura-Pecuária. A redução do uso de defensivos agrícolas pode estar ligado ao fato das forrageiras serem resistentes à grande parte das pragas e doenças que, conseqüentemente, quebram o ciclo dos agentes bióticos nocivos às plantas cultivadas. (VILELA *et al.*, 2003). Em relação à redução de aplicação de fungicidas, Kluthcouski *et al.* (2004) afirmaram que a *Brachiaria brizantha* permitiu eficientes níveis de controle de doenças, pois reduziu o potencial de inóculo aflorado à superfície do solo e, conseqüentemente, limitou o número de pulverizações com fungicidas de duas ou três vezes para apenas uma aplicação com a mesma eficiência de controle.

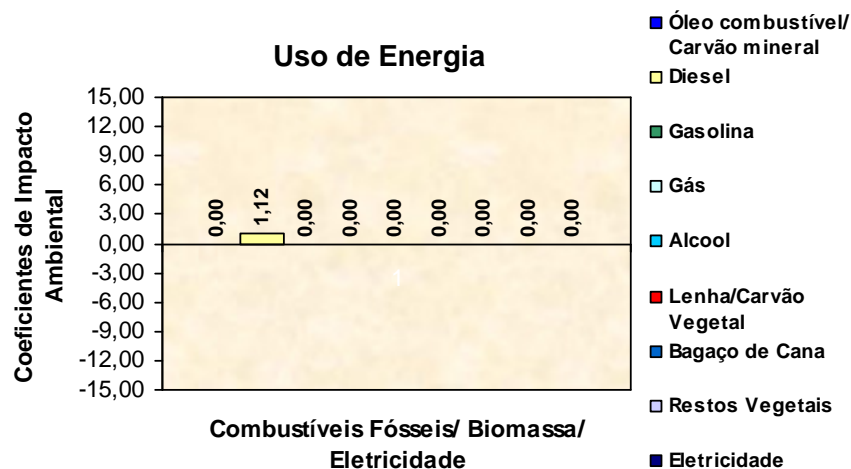
Os componentes NPK hidrossolúveis ( $\bar{\mu} = 0,38$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 0,35$  em área irrigada), Calagem ( $\bar{\mu} = 0,35$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 0,42$  em área irrigada) e Micronutrientes ( $\bar{\mu} = 0,58$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 0,50$  em área irrigada) pertencentes ao grupo de fertilizantes, tanto em área de sequeiro quanto em área irrigada, possuem as médias dos coeficientes de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária muito próximas, Figuras 5.3 e 5.4. Tais componentes não apresentaram impacto positivo significativo, pois vários dos entrevistados reportaram que, comparativamente ao sistema convencional,



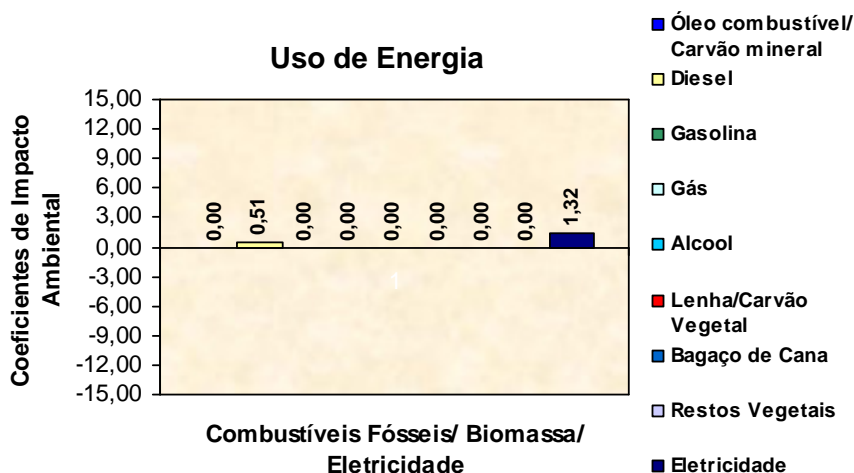
quando adotada a Integração Lavoura-Pecuária, esses se mantêm inalterados. Outros entrevistados afirmaram que a moderada diminuição dos componentes com a adoção do sistema Integração Lavoura-pecuária ocorre graças ao aumento da matéria orgânica que proporciona maior retenção e armazenamento de nutrientes e redução da erosão. Com a matéria orgânica há a possibilidade de menos perda dos nutrientes advindos dos fertilizantes minerais (NPK) por lixiviação ou erosão, ao longo do tempo. Vale ressaltar que o manejo adequado do solo é de suma importância, pois evita a lixiviação e carreação dos macronutrientes (NPK hidrossolúveis) para os corpos d'água; minimiza a presença de micronutrientes que são tóxicos quando presente no solo em níveis elevados.

### **5.2.2 Indicador Uso de Energia**

Nas Figuras 5.5 e 5.6 denominadas Componentes do indicador Uso de Energia estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes Diesel e Eletricidade, que pertencem ao indicador Uso de Energia, para a área de sequeiro e área irrigada.



**Figura 5.5** – Componentes do indicador Uso de Energia (Área de Sequeiro)



**Figura 5.6** – Componentes do indicador Uso de Energia (Área Irrigada)

O uso de energia, indispensável nas etapas de produção agropecuária, é composto tanto por fontes naturais (energia solar, hidráulica e eólica) quanto por aquelas produzidas ou modificadas pelo homem (combustíveis e insumos industriais). “A interação entre o consumo de energia das mais diversas fontes e o impacto ambiental das atividades pecuária é complexa, sendo que as atividades

mais intensivas em geral dependem mais fortemente de fontes de energia externas à propriedade” (RODRIGUES *et al.*, 2003, p.47).

O indicador Uso de Energia é subdividido em três grupos: combustíveis fósseis (óleo combustível/carvão mineral, diesel, gasolina e gás), biomassa (álcool, lenha/carvão vegetal, bagaço de cana e restos vegetais) e eletricidade. A distribuição dos valores dos fatores de ponderação dos componentes foi realizada da seguinte forma: eletricidade (-0,3), combustíveis fósseis (-0,1) e biomassa (-0,075). No sistema Integração Lavoura-Pecuária somente dois componentes do indicador Uso de Energia são alterados: Diesel e Eletricidade.

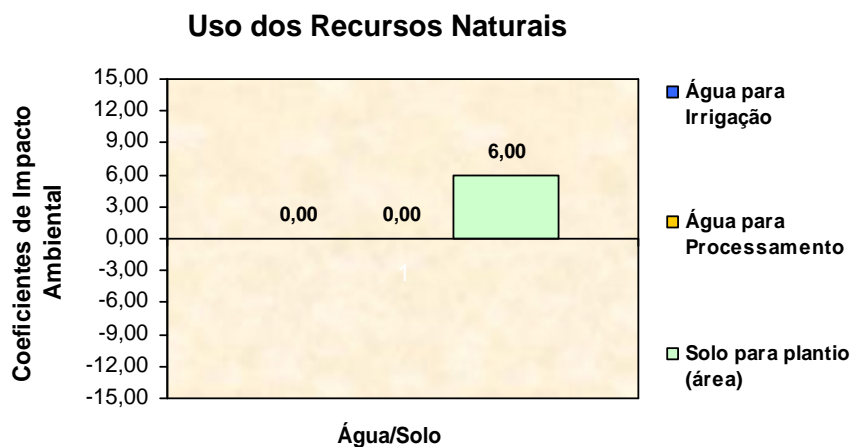
A redução da demanda de diesel, que pode ser observada nas Figuras 5.5 e 5.6, ocorre nos sistemas ( $\bar{\mu} = 1,12$  sequeiro e  $\bar{\mu} = 0,51$  irrigado) por causa da forma de preparo do solo, pois foi adotada a Integração Lavoura-Pecuária com o Sistema de Plantio Direto, que não possui as operações de aração e gradagem, ou seja, menos operações significa redução da demanda de diesel. Vale ressaltar que a diminuição da frequência de aplicações de pesticidas é outro fator contribuinte para a redução da demanda de diesel. Segundo Silveira<sup>1</sup> *et al.* (1983) *apud* Kluthcouski e Stone (2003), o consumo de combustível no Sistema de Plantio Direto ficou entre 2,4 e 3,2 vezes menor que o sistema convencional, pois o investimento em mecanização no Sistema de Plantio Direto é inferior ao do sistema convencional.

SILVEIRA<sup>1</sup>, G.M. da.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; FREITAS, J.G.; KURACHI, S.A.H.; FINOTI, D. Efeitos do plantio direto em ocupação com o plantio convencional nas produções de trigo e soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., 1981, Brasília. Anais. Brasília: SBEA, 1983. v.2, p.923-928.

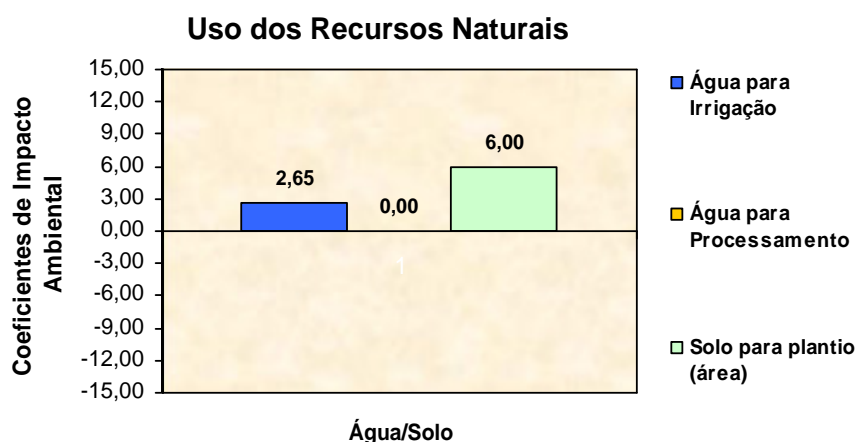
A eletricidade é componente que se altera somente na Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada, pois esta forma de energia coloca em funcionamento o pivô que realiza a irrigação da cultura durante a safra de inverno. Conforme pode ser observado na Figura 5.6, há redução do componente Eletricidade ( $\mu = 1,32$ ), em virtude da presença de cobertura de solo durante todo o ano que, conseqüentemente, diminui a evaporação de água do solo. Como o solo possui esse “saldo de água”, o pivô pode ser ligado com menor freqüência, o que faz diminuir a demanda de eletricidade.

### 5.2.3 Indicador Uso dos Recursos Naturais

Nas Figuras 5.7 e 5.8 denominadas Componentes do indicador Uso dos Recursos Naturais estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Água de Irrigação e Solo para Plantio, que pertencem ao indicador Uso de Recursos Naturais, para a área de sequeiro e área irrigada.



**Figura 5.7** – Componentes do indicador Uso dos Recursos Naturais (Área de Sequeiro)



**Figura 5.8** – Componentes do indicador Uso dos Recursos Naturais (Área Irrigada)

A produção agropecuária depende do uso de recursos naturais não somente como local de produção e sustentação das atividades produtivas, mas também diretamente como insumos produtivos. O uso de recursos naturais pode ser avaliado pela necessidade de água para irrigação e para processamento e da extensão de área para plantio (RODRIGUES, 2002).

O indicador Uso de Recursos Naturais possui três componentes com a seguinte distribuição dos valores dos fatores de ponderação: Água para Irrigação (0,3), Água para Processamento (0,3) e Solo para Plantio – Área (0,4). Sendo assim, o componente Solo para plantio tem maior importância no indicador que os demais.

No sistema Integração Lavoura-Pecuária, o componente Água para Processamento é inalterado em relação ao sistema convencional e, particularmente, na Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro, o componente Água para Irrigação também é inalterado.

Na Figura 5.8 é possível observar que ao se adotar a Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada há diminuição da demanda de água irrigação ( $\bar{\mu} = 2,65$ ), em virtude da presença da forrageira que possibilita aumento da infiltração de água no solo através dos canalículos formados pelas raízes decompostas; e também, dado o aumento da capacidade de retenção de água no solo e redução do escoamento superficial em função da barreira oferecida pela palhada. Kluthcouski e Stone (2003) afirmaram que se a superfície do solo for totalmente coberta com palhada, há uma redução de 40% da necessidade de irrigação, fato que resulta em economia do uso de água.

O componente Solo para Plantio (área) pode ser comparado à produtividade. Maior produtividade significa o uso de menor área cultivada a ser incorporada no processo produtivo. O componente Solo para Plantio apresenta coeficiente médio de impacto ( $\bar{\mu} = 6,00$ ) em área de sequeiro e em área irrigada, Figuras 5.7 e 5.8. Esse componente corresponde, justamente, a um dos mais importantes pontos da Integração Lavoura-Pecuária; isto é, esta tecnologia propicia a recuperação/renovação de pastagens degradadas, aumenta a produtividade e, conseqüentemente, leva à menor pressão para abertura de novas áreas.

### **5.3 Aspecto Conservação Ambiental**

Conforme Rodrigues *et al.* (2003) os resíduos gerados pela adoção de tecnologias levam à degradação dos *habitats* naturais com conseqüente diminuição da diversidade de espécies. Esses impactos são avaliados por indicadores de emissão de poluentes relacionados ao comprometimento potencial

da qualidade ambiental dos indicadores: atmosfera, capacidade produtiva do solo, água e perda de biodiversidade.

Esses indicadores são os que possuem escala máxima de ocorrência do sistema (entorno) com exceção do indicador Qualidade do solo, cuja escala máxima de influência é pontual.

Nas Tabelas 5.3 e 5.4 denominadas Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental constam as médias, coeficientes de variação e desvios padrão dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Qualidade do Solo, Qualidade da Água e Biodiversidade, para a área de sequeiro e área irrigada, respectivamente.

Nas Figuras 5.9 e 5.10 denominadas Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Qualidade do Solo, Qualidade da Água e Biodiversidade, para área de sequeiro e área irrigada.

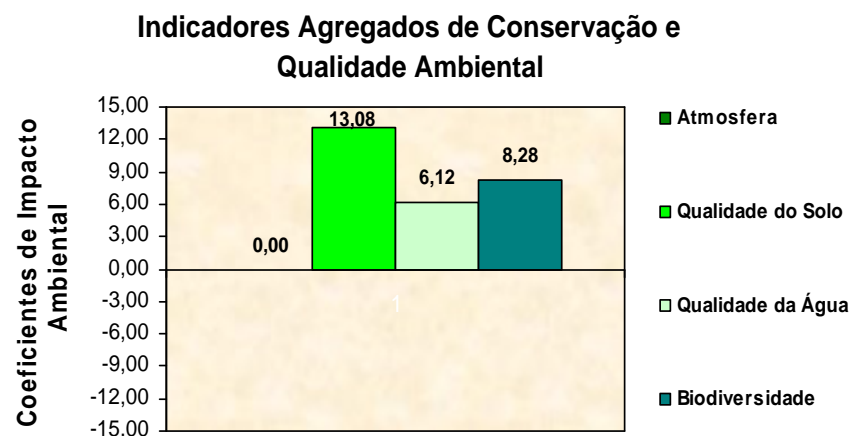
**Tabela 5.3 – Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área de Sequeiro)**

Unidade Amostral	Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade		
	Qualidade do Solo	Qualidade da Água	Biodiversidade
Entrevistado 1	15,00	1,50	0,00
Entrevistado 2	15,00	6,00	15,00
Entrevistado 3	15,00	4,50	5,00
Entrevistado 4	12,50	5,00	4,80
Entrevistado 5	15,00	1,50	15,00
Entrevistado 6	12,50	0,80	5,00
Entrevistado 7	15,00	11,30	9,00
Entrevistado 8	15,00	11,30	12,00
Entrevistado 9	12,50	2,80	0,00
Entrevistado 10	15,00	11,30	15,00
Entrevistado 11	10,00	7,50	15,00
Entrevistado 12	10,00	11,30	1,40
Entrevistado 13	7,50	4,80	10,50
Média ( $\bar{\mu}$ )	<b>13,08</b>	<b>6,12</b>	<b>8,28</b>
Coefficiente de Variação (CV) %	19,30	66,20	71,30
Desvio padrão ( $\sigma$ )	2,53	4,05	5,90

$\bar{\mu}$  = média é o valor médio de uma distribuição.

$\sigma$  = Mede o grau de dispersão dos dados numéricos em torno de um valor médio.

CV = Expressa o desvio padrão proporcionalmente à média.



**Figura 5.9 – Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área de Sequeiro)**



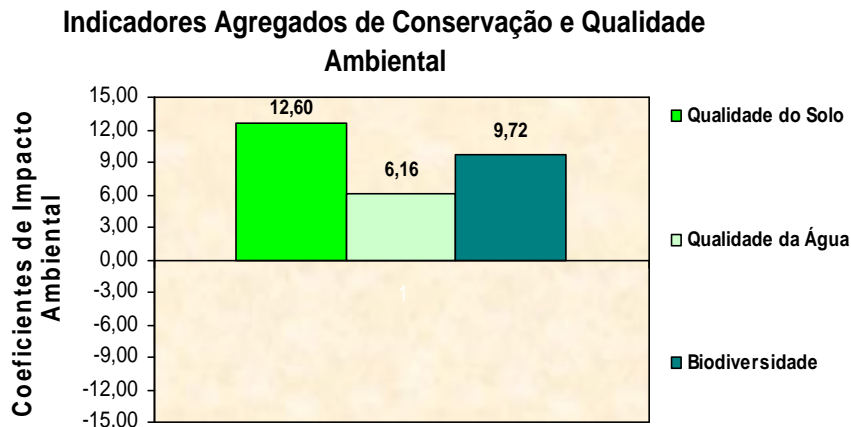
**Tabela 5.4 – Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área Irrigada)**

Unidade Amostral	Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade		
	Qualidade do Solo	Qualidade da Água	Biodiversidade
Entrevistado 1	12,50	1,50	0,00
Entrevistado 2	15,00	6,00	15,00
Entrevistado 3	15,00	4,50	3,50
Entrevistado 4	15,00	3,50	15,00
Entrevistado 5	15,00	3,50	15,00
Entrevistado 6	10,00	0,80	15,00
Entrevistado 7	15,00	11,30	9,00
Entrevistado 8	15,00	11,30	12,00
Entrevistado 9	12,50	2,80	0,00
Entrevistado 10	15,00	11,30	15,00
Entrevistado 11	10,00	7,50	15,00
Entrevistado 12	10,00	11,30	1,40
Entrevistado 13	3,80	4,80	10,50
<b>Média (<math>\bar{\mu}</math>)</b>	<b>12,60</b>	<b>6,16</b>	<b>9,72</b>
<b>Coefficiente de Variação (CV) %</b>	<b>26,90</b>	<b>64,30</b>	<b>64,40</b>
<b>Desvio padrão (<math>\sigma</math>)</b>	<b>3,39</b>	<b>3,96</b>	<b>6,26</b>

$\bar{\mu}$  = média é o valor médio de uma distribuição.

$\sigma$  = Mede o grau de dispersão dos dados numéricos em torno de um valor médio.

CV = Expressa o desvio padrão proporcionalmente à média.



**Figura 5.10 – Indicadores Agregados de Conservação e Qualidade Ambiental (Área Irrigada)**

O aspecto Conservação Ambiental possui dois indicadores, cujas médias dos coeficientes de impacto ambiental se destacam das demais obtidas na avaliação de impacto da Integração Lavoura-Pecuária com Sistema Ambitec-Agro, são eles: Biodiversidade ( $\mu = 8,28$ ;  $\sigma = 5,90$  em área de sequeiro) e ( $\mu = 9,72$ ;  $\sigma = 6,26$  em área irrigada); e Qualidade do Solo ( $\mu = 13,08$ ;  $\sigma = 2,53$  em área de sequeiro) e ( $\mu = 12,60$ ;  $\sigma = 3,39$  em área irrigada), conforme apresentados nas Tabelas 5.3 e 5.4.

Nas Tabelas 5.3 e 5.4 é possível observar que o indicador Qualidade da Água possui as seguintes médias dos coeficientes de impacto com os respectivos desvios padrão:  $\mu = 6,12$  com  $\sigma = 4,05$  em área de sequeiro e  $\mu = 6,16$  com  $\sigma = 3,96$  em área irrigada, que são significativas para a avaliação de impacto da inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária, Tabelas 5.3 e 5.4

No indicador Qualidade do Solo, a maioria dos entrevistados referiu haver grande diminuição dos componentes: Erosão, Perda de matéria Orgânica, Perda de Nutrientes e Compactação; por consequência, o coeficiente de impacto do indicador é o mais significativo de todo o sistema Ambitec-Agro. Além de apresentar o maior coeficiente de impacto do sistema Integração lavoura-pecuária, conforme mencionado acima, este indicador possui o maior peso (0,1875) do sistema Ambitec-Agro em relação aos demais (0,125), com exceção do indicador Uso de Energia. Essa alteração foi realizada devido à anulação do fator de ponderação do indicador Atmosfera, citado no capítulo Materiais e Métodos. Esse fato contribuiu de forma positiva para aumentar a média do índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária – Integração Lavoura-Pecuária.

Entre os três indicadores do aspecto Conservação Tecnológica, a Qualidade da Água é o que apresenta as menores médias de coeficiente de impacto ( $\bar{\mu} = 6,12$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 6,16$  em área irrigada), porque o componente Espuma/Óleo e Materiais Flutuantes são inalterados em relação à inovação tecnológica avaliada. A escala de ocorrência desse indicador abrange o entorno, isso permitiu aos entrevistados o livre-arbítrio de escolha da área de influência, que pode ter possibilitado algumas diferenças entre as opiniões dos entrevistados pertencentes à amostra, resultando os seguintes valores de desvios padrão:  $\sigma = 4,05$  em área de sequeiro e  $\sigma = 3,96$  em área irrigada, Tabelas 5.3 e 5.4. Este mesmo fato ocorre com o indicador Biodiversidade, que possui os seguintes valores de desvios padrão:  $\sigma = 5,90$  em área de sequeiro e  $\sigma = 6,26$  em área irrigada, Tabelas 5.3 e 5.4.

Os coeficientes de variação dos indicadores Qualidade do Solo (CV = 19,3 em área de sequeiro e CV = 26,9 em área irrigada), Qualidade da Água (CV = 66,2 em área de sequeiro e CV = 64,3 em área irrigada) e Biodiversidade (CV = 71,3 em área de sequeiro e CV = 64,4 em área irrigada), Tabela 5.3. e 5.4, reforçam o argumento acima, de que o fato dos entrevistados possuírem o livre-arbítrio para a escolha área de influência da inovação tecnológica pode ter possibilitado a heterogeneidade de opiniões dos entrevistados. O indicador Qualidade do Solo possui o coeficiente de variação menor, pois a escala de ocorrência deste componente se restringe somente ao pontual e conseqüentemente, as opiniões dos entrevistados são mais homogêneas.

### 5.3.1 Indicador Qualidade do Solo

Nas Figuras 5.11 e 5.12 denominadas Componentes do indicador Qualidade do Solo estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Erosão, Perda de Matéria Orgânica, Perda de Nutrientes e Compactação, que pertencem ao indicador Qualidade do Solo, para a área de sequeiro e área irrigada.

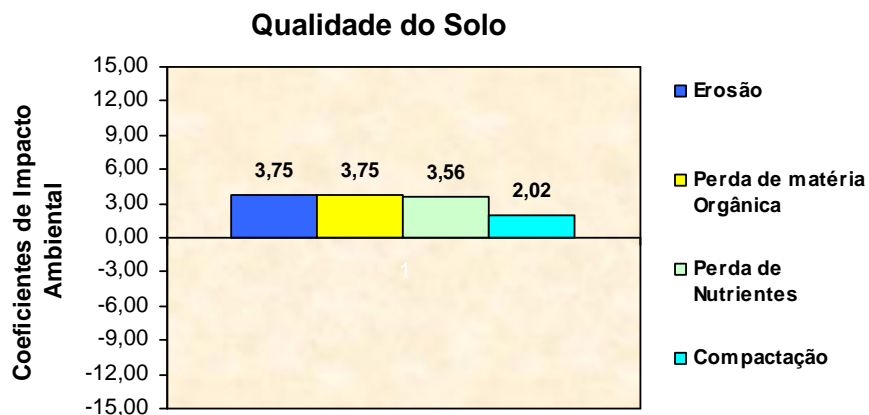


Figura 5.11 – Componentes do indicador Qualidade do Solo (Área de Sequeiro)

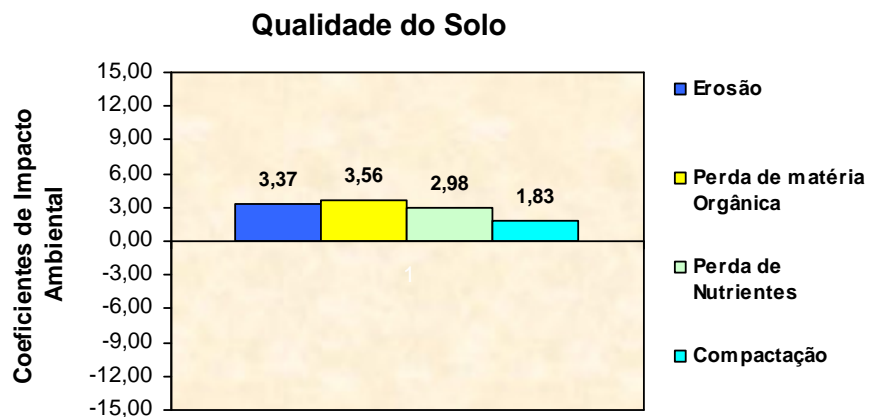


Figura 5.12 – Componentes do indicador Qualidade do Solo (Área Irrigada)

Qualidade do Solo, indicador fundamental da sustentabilidade das atividades agropecuárias, é altamente dependente das ações de manejo. O indicador de contribuição da inovação tecnológica agropecuária para a conservação ambiental relativa à qualidade do solo possui os seguintes componentes com os respectivos valores dos fatores de ponderação: erosão (0,25), perda de matéria orgânica (0,25), perda de nutrientes (0,25) e compactação (0,25).

As médias do coeficiente de impacto do componente erosão da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro ( $\bar{\mu}$  3,75) e em área irrigada ( $\bar{\mu}$  3,37) são próximas e positivas, Figuras 5.11 e 5.12. A inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária propicia redução da erosão, tal fato pode ser interpretado devido à existência de cobertura do solo, conforme propõe a Integração lavoura-pecuária. Segundo Stone *et al.* (2003), as gramíneas forrageiras são consideradas uma das espécies mais úteis para a conservação do solo. A parte aérea forma uma espécie de capa protetora que cobre toda a camada superficial do solo e o sistema radicular fasciculado retêm as partículas do solo; conseqüentemente, é praticamente nula a perda do solo por erosão.

A matéria orgânica do solo tem importante papel nos ecossistemas, seja no fornecimento de nutrientes, seja no suprimento das necessidades básicas dos microrganismos. O uso limitado de fertilizantes e corretivos nas pastagens do Cerrado tem por conseqüência a necessidade de a nutrição ser naturalmente suprida, que é feito pela matéria orgânica presente no solo; discutido por Vilela *et al.* (2003). Tais razões demonstram que a perda da matéria orgânica é indesejada. Na avaliação de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada foi possível observar que a inovação

tecnológica reduziu a perda de matéria orgânica, conforme apresentadas as médias dos coeficientes do componente Perda de Matéria Orgânica ( $\bar{\mu} = 3,75$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 3,56$  em área irrigada), nas Tabelas 5.11 e 5.12.

Kluthcouski e Stone (2003), afirmaram que as braquiárias possuem boa adaptação às condições de clima e solos tropicais e produzem quantidade significativa de matéria seca, caso as condições de temperatura e umidade de solo sejam favoráveis. Os autores observaram, também, que os teores de matéria orgânica são mais altos em solo sob pastagem de braquiária do que em Cerrados virgens. O Sistema de Plantio Direto contribui diretamente para o aumento da matéria orgânica, pois não há operação de aração e gradagem, que reduzem o conteúdo orgânico do solo e propiciam perda da estrutura, da capacitação de nutrientes e água. A cobertura vegetal é responsável por impedir a exposição do solo que oxida a matéria orgânica.

A diminuição da perda de nutrientes pode ser notada, com a adoção da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e área irrigada, pois possui médias de coeficientes de impactos positivos, ( $\bar{\mu} = 3,56$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 2,98$  em área irrigada), Tabelas 5.11 e 5.12.

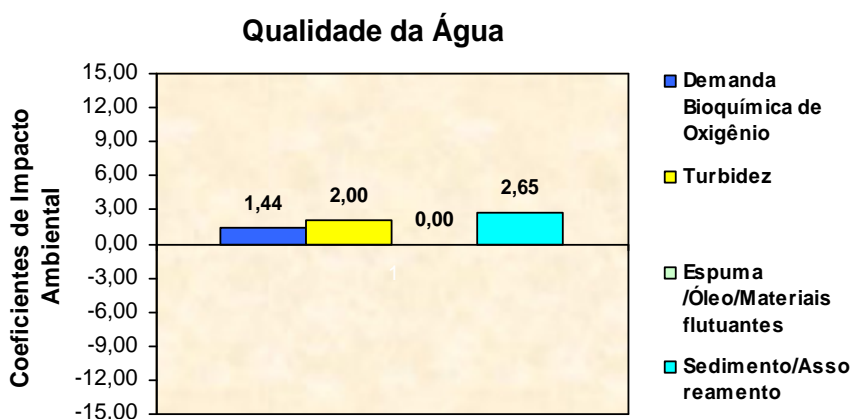
As médias dos coeficientes apresentados, correspondem ao fato de o “sistema de plantio direto, em relação à ciclagem biológica, tende à máxima conservação de nutrientes em um agroecossistema. O mínimo revolvimento do solo e a manutenção da palhada reduzem as perdas de nutrientes” (KLUTHCOUSKI e STONE, 2003, p.70). Quando corretamente implantado, o Sistema Plantio Direto conserva e melhora as propriedades do solo, entretanto, é necessário implantar palhada com resistente enraizamento, capaz de reciclar nutrientes lixiviados, assim como “minimizar as perdas de nutrientes do sistema

solo-cultura, pela reposição quantitativa e qualitativamente apropriada de nutrientes e, principalmente, pelo aumento gradativo de matéria orgânica no perfil do solo” (KLUTHCOUSKI e STONE, 2003, p.84).

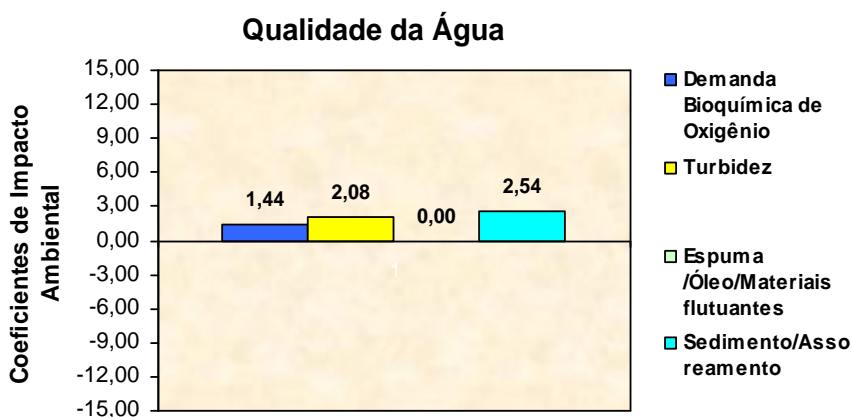
Na Figura 5.11 e 5.12 é possível observar que entre os quatro componentes do aspecto Qualidade do Solo, o indicador Compactação é o que apresenta as menores médias dos coeficientes de impacto ( $\bar{\mu} = 2,02$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 1,83$  em área irrigada), pois alguns entrevistados consideraram moderada diminuição do componente. A Integração Lavoura-Pecuária possibilita a diminuição da compactação do solo devido à aração biológica promovida pelas raízes das forrageiras, capazes de alcançar determinadas profundidades que equipamentos convencionais não alcançam. O melhoramento da estrutura do solo deve-se principalmente ao aumento de teor de matéria orgânica e de exsudados das raízes que proporcionam melhor porosidade do solo, armazenamento de água e crescimento das raízes das culturas anuais (VILELA *et al.*, 2003).

### **5.3.2 Indicador Qualidade da Água**

Nas Figuras 5.13 e 5.14 denominadas Componentes do indicador Qualidade da Água estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Demanda Bioquímica de Oxigênio, Turbidez e Sedimento/Assoreamento, que pertencem ao indicador Qualidade da Água, para a área de sequeiro e área irrigada.



**Figura 5.13** – Componentes do indicador Qualidade da Água (Área de Sequeiro)



**Figura 5.14** – Componentes do indicador Qualidade da Água (Área Irrigada)

O indicador Qualidade da Água é o mais sensível aos impactos causados pelas atividades agropecuárias, pois o manejo inadequado resultará conseqüências negativas tanto no local, onde a atividade agropecuária é desenvolvida, quanto no seu entorno (RODRIGUES *et al.*, 2003).

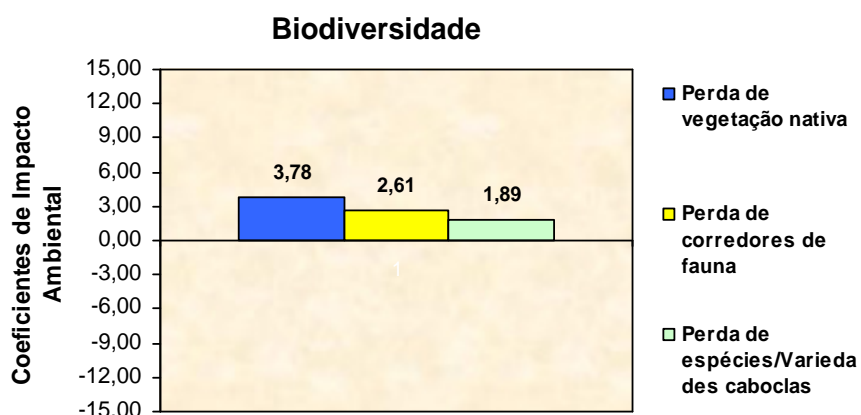


Os coeficientes de impacto dos componentes do indicador Qualidade da Água da inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária apresentam pouca variância entre os sistemas de sequeiro e irrigado.

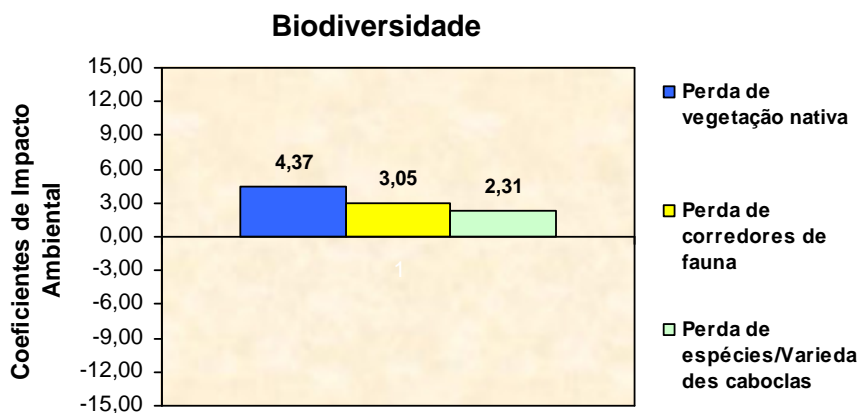
Os componentes Demanda Bioquímica de Oxigênio ( $\bar{\mu} = 1,44$  em área de sequeiro e em área irrigada), Turbidez ( $\bar{\mu} = 2,00$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 2,08$  em área irrigada) e Sedimento/Assoreamento ( $\bar{\mu} = 2,65$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 2,54$  em área irrigada) do indicador Qualidade de Água são correlacionados, ou seja, são dependentes um dos outros. A diminuição significativa da erosão com a adoção da Integração Lavoura-Pecuária agregada ao Sistema de Plantio Direto é a principal razão dos coeficientes de impacto dos componentes serem positivos, Figuras 5.13 e 5.14. Com ausência de erosão, conforme já discutido no indicador Qualidade do solo, não há o assoreamento de corpo de água, nem presença de sólidos em suspensão na água, sejam partículas orgânicas ou inorgânicas, que comprometem a qualidade da água e, conseqüentemente, diminui a Demanda Bioquímica de Oxigênio.

### **5.3.3 Indicador Biodiversidade**

Nas Figuras 5.15 e 5.16 denominadas Componentes do indicador Biodiversidade estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Perda de Vegetação Nativa, Perda de Corredores de Fauna, Perda de Espécies/Varietades Caboclas, que pertencem ao indicador Biodiversidade, para a área de sequeiro e área irrigada.



**Figura 5.15** – Componentes do indicador Biodiversidade (Área de Sequeiro)



**Figura 5.16** – Componentes do indicador Biodiversidade (Área Irrigada)

A conservação da biodiversidade é fundamental para desenvolvimento sustentável e uma “oportunidade para exercício do papel multifuncional do setor agropecuário” (RODRIGUES *et al.*, 2003 p. 64). A maior parte do estoque de diversidade biológica e cultural encontra-se em áreas sujeitas a algum nível de manejo agropecuário e florestal. (PIMENTEL<sup>1</sup>, *et al.*, 1992 *apud* RODRIGUES *et al.*, 2003 p.64).

PIMENTEL<sup>1</sup>, D.; STACHOW, U.; TAKACS, D. A.; BRUBAKER, H. W.; DUMAS, A. R.; MEANEY, J. J.; O'NEIL, J. A. S.; ONSI, D. E.; CORZILIUS, D. B. *Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. BioScience*, v. 42, p. 354-362, 1992.

Os valores dos fatores de ponderação dos componentes deste indicador são os seguintes: Perda de Vegetação Nativa (0,4), Perda de Corredores de Fauna (0,3) e Perda de Espécies / Variedade Caboclas (0,3). O componente Perda de Vegetação Nativa possui 40% do peso total do indicador devido ao seu caráter de obrigatoriedade frente à legislação nacional,

Nos últimos anos houve significativa alteração quanto ao valor da biodiversidade. Entre as riquezas de uma nação: material, cultural e biológica, esta última sempre foi a menos valorizada; no entanto as informações sobre espécies em extinção contribuíram para a preocupação com a diversidade de espécies, tornando-se um valor na sustentabilidade. Esse fato está claramente retratado nesse indicador.

A Integração Lavoura-Pecuária possui inúmeras vantagens, entre elas, destaca-se a diminuição da necessidade de maiores áreas, conseqüentemente, menor pressão para ocupação de novas áreas, pois a inovação tecnológica promove a recuperação/renovação de pastagens degradadas e recuperação de lavouras degradadas, ou seja, uso eficiente da terra. Em virtude das vantagens apresentadas acima, a adoção da Integração Lavoura-Pecuária propicia:

- diminuição das perdas de vegetação nativa ( $\bar{\mu} = 3,78$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 4,37$  em área irrigada) e contribui para a conservação da área protegida;

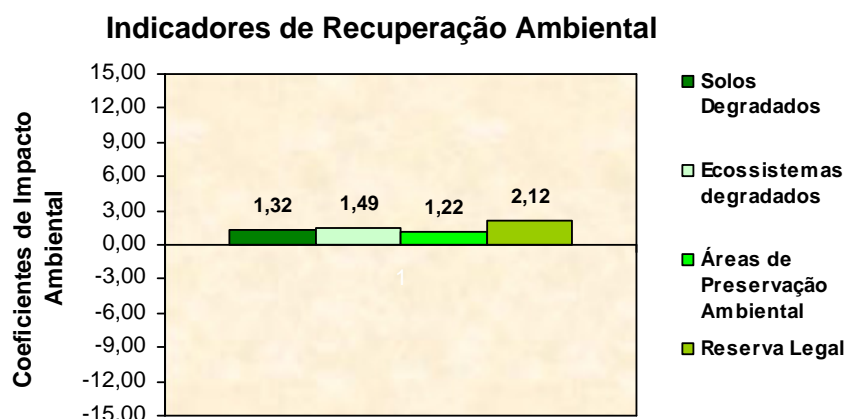
- diminuição da perda dos corredores de fauna ( $\bar{\mu} = 2,61$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 3,05$  em área irrigada) e permite que tais áreas promovam a conexão entre áreas de preservação permanente existentes na propriedade e no seu entorno e;
- diminuição da perda de espécies / variedades caboclas ( $\bar{\mu} = 1,89$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 2,31$  em área irrigada) existentes na propriedade e no seu entorno, Figuras 5.15 e 5.16.

Esses dados sugerem que a inovação tecnologia Integração Lavoura-Pecuária pode contribuir positivamente para a conservação dos *habitats* e da biodiversidade.

#### **5.4 Aspecto Recuperação Ambiental**

O aspecto Recuperação Ambiental refere-se à efetiva contribuição da inovação tecnológica para promover e recuperar a qualidade ambiental e dos ecossistemas, por meio da recuperação de solos degradados, ecossistemas degradados, áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Nas Figuras 5.17 e 5.18 denominadas Componentes do indicador Recuperação Ambiental estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes aos componentes: Solos Degradados, Ecossistemas Degradados, Áreas de Preservação Ambiental e Reserva Legal que pertencem ao indicador Recuperação Ambiental, para a área de sequeiro e área irrigada.



**Figura 5.17** – Componentes do indicador Recuperação Ambiental (Área de Sequeiro)



**Figura 5.18** – Componentes do indicador Recuperação Ambiental (Área Irrigada)

A Integração Lavoura-Pecuária promove a recuperação física, química e biológica do solo; a inovação tecnológica avaliada neste trabalho mostra resultados positivos do solo: reduz a erosão, aumenta a matéria orgânica, recicla nutrientes, aumenta a capacidade de armazenamento de água e promove sua descompactação do solo através da aração biológica. Por tais razões, é natural que as médias dos coeficientes de impacto dos componentes Solos Degradados ( $\bar{\mu} = 1,32$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 1,49$  em área irrigada) e Ecosistemas

Degradados ( $\bar{\mu} = 1,49$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 1,45$  em área irrigada) sejam positivos. Além disso, a Integração Lavoura-Pecuária diminui a pressão da abertura de novas áreas, pois esse sistema permite o aumento da produtividade de carne, leite e grãos produzidos em uma mesma área, ou seja, intensifica e otimiza o uso do solo. Todos esses benefícios podem promover à propriedade ao *status* de cumpridora da legislação de proteção de áreas de preservação permanente ( $\bar{\mu} = 1,22$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 1,08$  em área irrigada) e de Reserva Legal ( $\bar{\mu} = 2,12$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 2,25$  em área irrigada), Figuras 5.17 e 5.18.

## **5.5 Avaliação de Impacto Ambiental da Tecnologia**

Nas Tabelas 5.5 e 5.6 denominadas Avaliação de Impacto Ambiental constam as médias, coeficientes de variação e desvios padrão dos coeficientes de impacto ambiental referentes a todos indicadores do sistema Ambitec-Agro: Uso de Agroquímicos, Uso de Energia, Uso de Recursos Naturais, Qualidade do Solo, Qualidade da Água, Biodiversidade e Recuperação Ambiental; e, Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária, para a área de sequeiro e área irrigada, respectivamente.

Nas Figuras 5.19 e 5.20 denominadas Avaliação de Impacto Ambiental estão apresentadas as médias dos coeficientes de impacto ambiental referentes a todos indicadores do sistema Ambitec-Agro: Uso de Agroquímicos, Uso de Energia, Uso de Recursos Naturais, Qualidade do Solo, Qualidade da Água, Biodiversidade e Recuperação Ambiental; e, Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária, para a área de sequeiro e área irrigada.

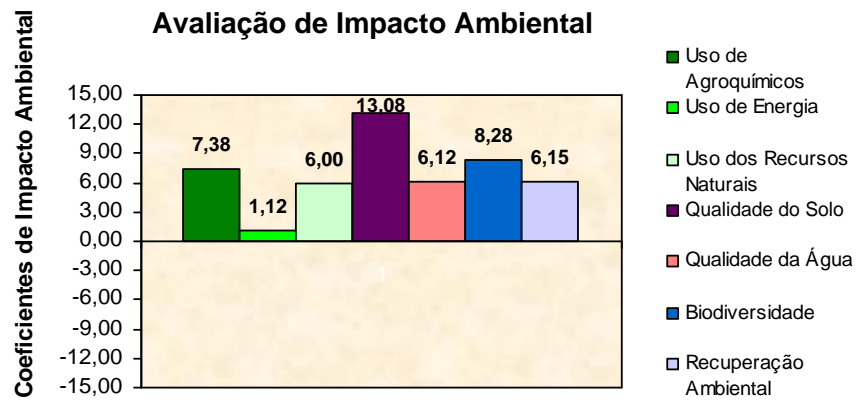
**Tabela 5.5 – Avaliação de Impacto Ambiental (Área de Sequeiro)**

Unidade Amostral	Uso de Agroquímicos	Uso de Energia	Uso de Recursos Naturais	Qualidade do Solo	Qualidade da Água	Biodiversidade	Recuperação Ambiental	Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária
Entrevistado 1	6,00	1,50	6,00	15,00	1,50	0,00	1,00	4,91
Entrevistado 2	5,00	0,50	6,00	15,00	6,00	15,00	1,40	7,08
Entrevistado 3	9,00	1,50	6,00	15,00	4,50	5,00	13,20	7,81
Entrevistado 4	4,00	1,50	6,00	12,50	5,00	4,80	5,20	5,75
Entrevistado 5	3,50	0,50	6,00	15,00	1,50	15,00	3,60	6,61
Entrevistado 6	13,50	1,50	6,00	12,50	0,80	5,00	1,80	6,01
Entrevistado 7	14,00	1,50	6,00	15,00	11,30	9,00	10,20	9,40
Entrevistado 8	13,00	1,50	6,00	15,00	11,30	12,00	9,00	9,50
Entrevistado 9	7,00	0,50	6,00	12,50	2,80	0,00	6,00	5,16
Entrevistado 10	4,00	0,50	6,00	15,00	11,30	15,00	11,00	8,81
Entrevistado 11	1,00	0,50	6,00	10,00	7,50	15,00	2,40	5,96
Entrevistado 12	7,00	1,50	6,00	10,00	11,30	1,40	6,00	6,11
Entrevistado 13	9,00	1,50	6,00	7,50	4,80	10,50	9,20	6,62
<b>Média (<math>\bar{\mu}</math>)</b>	<b>7,38</b>	<b>1,12</b>	<b>6,00</b>	<b>13,08</b>	<b>6,12</b>	<b>8,28</b>	<b>6,15</b>	<b>6,90</b>
Coeficiente de Variação (CV) %	56,0	45,5	0,0	19,3	66,2	71,3	65,9	22,3
Desvio padrão ( $\sigma$ )	4,13	0,51	0,00	2,53	4,05	5,90	4,05	1,54

$\bar{\mu}$  = média é o valor médio de uma distribuição.

$\sigma$  = Mede o grau de dispersão dos dados numéricos em torno de um valor médio.

CV = Expressa o desvio padrão proporcionalmente à média.



**Figura 5.19** – Avaliação de Impacto Ambiental (Área de Sequeiro)



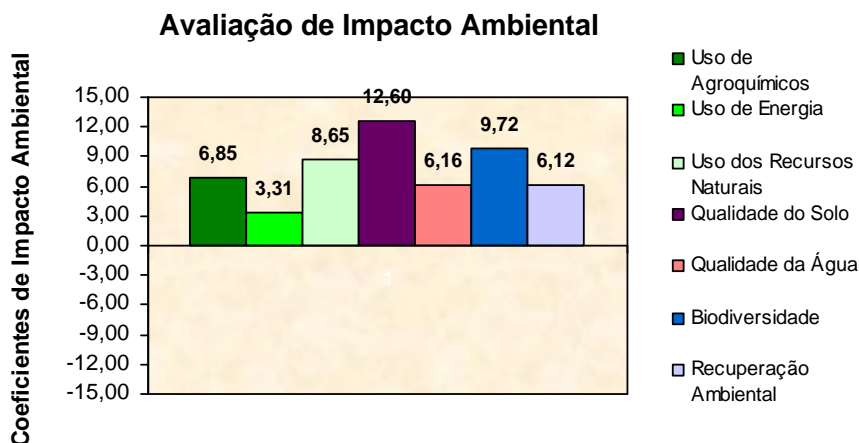
**Tabela 5.6 – Avaliação de Impacto Ambiental (Área Irrigada)**

Unidade Amostral	Uso de Agroquímicos	Uso de Energia	Uso de Recursos Naturais	Qualidade do Solo	Qualidade da Água	Biodiversidade	Recuperação Ambiental	Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária
Entrevistado 1	6,00	3,00	10,50	12,50	1,50	0,00	1,00	5,28
Entrevistado 2	10,00	2,00	4,50	15,00	6,00	15,00	1,40	7,80
Entrevistado 3	8,50	3,00	7,50	15,00	4,50	3,50	13,20	8,03
Entrevistado 4	4,50	2,00	7,50	15,00	3,50	15,00	2,00	15,17
Entrevistado 5	5,00	2,00	10,50	15,00	3,50	15,00	3,60	7,89
Entrevistado 6	2,00	3,00	10,50	10,00	0,80	15,00	4,60	6,54
Entrevistado 7	14,00	6,00	10,50	15,00	11,30	9,00	10,20	10,81
Entrevistado 8	14,00	6,00	10,50	15,00	11,30	12,00	9,00	11,03
Entrevistado 9	7,00	5,00	7,50	12,50	2,80	0,00	6,00	6,19
Entrevistado 10	3,00	3,00	10,50	15,00	11,30	15,00	11,00	9,72
Entrevistado 11	2,00	2,00	7,50	10,00	7,50	15,00	2,40	6,75
Entrevistado 12	7,00	3,00	7,50	10,00	11,30	1,40	6,00	6,58
Entrevistado 13	6,00	3,00	7,50	3,80	4,80	10,50	9,20	6,01
<b>Média (<math>\bar{\mu}</math>)</b>	<b>6,85</b>	<b>3,31</b>	<b>8,65</b>	<b>12,60</b>	<b>6,16</b>	<b>9,72</b>	<b>6,12</b>	<b>7,52</b>
<b>Coeficiente de Variação (CV) %</b>	<b>57,7</b>	<b>43,5</b>	<b>22,5</b>	<b>26,9</b>	<b>64,3</b>	<b>64,4</b>	<b>66,2</b>	<b>25,9</b>
<b>Desvio padrão (<math>\sigma</math>)</b>	<b>3,95</b>	<b>1,44</b>	<b>1,95</b>	<b>3,39</b>	<b>3,96</b>	<b>6,26</b>	<b>4,05</b>	<b>1,95</b>

$\bar{\mu}$  = média é o valor médio de uma distribuição.

$\sigma$  = Mede o grau de dispersão dos dados numéricos em torno de um valor médio.

CV = Expressa o desvio padrão proporcionalmente à média.



**Figura 5.20** – Avaliação de Impacto Ambiental (Área Irrigada)

Conforme pode ser observado nas Figuras 5.19 e 5.20, a inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada apresenta médias satisfatórias dos coeficientes de impacto dos indicadores.

A avaliação de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada demonstrou que esta inovação possui eficiência tecnológica, ou seja, reduz a dependência de insumos; promove a conservação ambiental, pois evita a contaminação e poluição do ambiente pelos resíduos gerados pela atividade produtiva agropecuária e promove a recuperação da qualidade ambiental dos ecossistemas.

No aspecto Eficiência Tecnológica, destaca o indicador Uso de Recursos Naturais que apresenta a média do coeficiente de impacto  $\bar{\mu} = 6,00$  e  $\sigma = 0,00$  em área de sequeiro e  $\bar{\mu} = 8,65$  em área irrigada. O componente que contribuiu para a significativa média positiva do coeficiente de impacto do indicador foi Solo para Plantio (área), em virtude de a inovação tecnológica

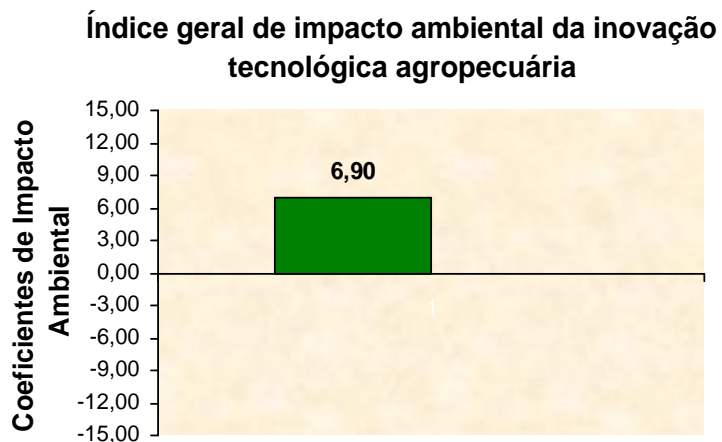
avaliada possuir como um dos principais benefícios, a diminuição da pressão de abertura de novas áreas. Em contrapartida, o indicador Uso de Energia, pertencente ao mesmo aspecto, obteve as menores médias dos coeficientes de impacto do sistema Ambitec-Agro, graças aos componentes: Óleo Combustível/ Carvão Mineral, Gás, Lenha/ Carvão Vegetal, Bagaço de Cana e Restos Vegetais do indicador que são inalterados no sistema Integração Lavoura-Pecuária.

O aspecto Conservação Ambiental obteve as maiores médias dos coeficientes de impacto; o fator contribuinte é o indicador Qualidade do Solo, devido às significativas diminuições dos componentes: erosão, perda de matéria orgânica e perda de nutrientes, Figura 5.19 e 5.20.

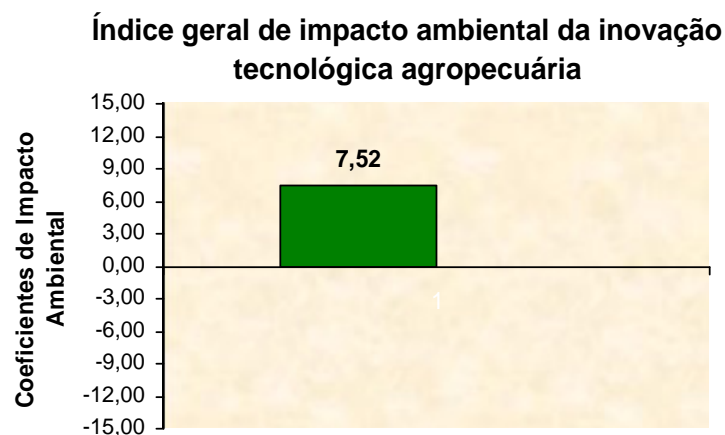
O indicador Biodiversidade também obteve médias significativas dos coeficientes de impacto significativo. Nas Tabelas 5.5 e 5.6 é possível observar que o indicador Biodiversidade apresentou os maiores desvios padrão do sistema, pois alguns dos pesquisadores entrevistados consideraram que mesmo com a adoção da Integração Lavoura-Pecuária, os componentes do indicador mantêm-se inalterados em relação ao sistema convencional. Em contraponto, outros indicaram haver diminuição significativa (-3) de todos os componentes do indicador, que gera maior coeficiente máximo de impacto do sistema.

O aspecto Recuperação Ambiental também possui em destaque o coeficiente de impacto perante outros indicadores. O alto índice do desvio padrão deste componente, observado nas Tabelas 5.5 e 5.6, deve-se ao fato de alguns entrevistados considerarem que mesmo com adoção da Integração Lavoura-Pecuária, os componentes Área de Preservação

Permanente e Reserva Legal permanecem inalterados em relação ao sistema convencional. Em contraponto, outros indicaram a diminuição significativa (-3) desses componentes, pois como a Integração Lavoura-Pecuária intensifica o uso do solo, pode-se até mesmo aumentar a porcentagem da área de Reserva Legal exigida pela lei.



**Figura 5.21** – Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária (Área de Sequeiro)



**Figura 5.22** – Índice geral de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária (Área Irrigada)

A inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro, avaliada neste trabalho acadêmico obteve a média do índice de impacto ambiental igual a  $\bar{\mu} = 6,90$ ; a inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada obteve a média do índice de impacto ambiental igual a  $\bar{\mu} = 7,52$ , de um máximo possível de quinze (15). A tecnologia é recomendável para aplicação em campo, pois essa tecnologia atende à norma definida de minimizar impactos negativos.

As médias dos índices de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária nos sistemas sequeiro e irrigado, obtidos neste trabalho são próximas ( $\bar{\mu} = 6,9$  e  $\bar{\mu} = 7,52$ ), Figuras 5.21 e 5.22, devido à vários componentes que são alterados de formas semelhantes, salvo os componentes Eletricidade e Água para Irrigação, alterados apenas no sistema irrigado. Em virtude da ausência desses dois componentes no sistema de sequeiro, a média do índice de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro é menor que a média do índice da Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada.

Para obter os coeficientes de impacto da Integração Lavoura-Pecuária foram realizadas duas entrevistas com cada pesquisador. O intuito da primeira foi obter dados para o sistema irrigado; a segunda entrevista foi realizada após dez dias com o propósito de obter dados para o sistema de sequeiro. Na segunda entrevista, os entrevistados não tiveram acesso aos dados fornecidos do sistema Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada. Tal fato pode explicar a proximidade dos valores médios dos coeficientes de impacto dos componentes e indicadores, pois a simples mudança do componente na escala de ocorrência do sistema Ambitec-Agro gerou índice superior ou inferior do coeficiente de impacto do componente, que influenciará o coeficiente de

impacto do indicador e, conseqüentemente, o índice de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica avaliada.

Com o intuito de finalizar este trabalho acadêmico, vale ressaltar que – mesmo com alguns coeficientes de variação um pouco mais elevados dos indicadores do sistema Ambitec-Agro – os coeficientes de variação do Índice Geral de Impacto Ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro (CV = 22,3) e em área irrigada (CV = 25,9) indicam que a dispersão da Avaliação de Impacto Ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada é pouco significativa.

## 6 CONCLUSÃO

Dentre as várias conclusões que se podem inferir do trabalho, as principais são apontadas:

- A avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro, realizada pelo sistema Ambitec-Agro, obteve a média do índice de impacto ambiental igual a  $\bar{\mu} = 6,09$ , de um máximo possível de quinze (15) ou seja,  $\mu = 40,6\%$  de melhoria com a adoção da tecnologia na Fazenda Capivara – GO, local de pesquisa deste trabalho; tal índice demonstra que a tecnologia é recomendável, uma vez que atendeu à norma definida de minimizar os impactos ambientais negativos.
- A avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária em área irrigada, realizada pelo sistema Ambitec-Agro, obteve a média do índice de impacto ambiental igual a  $\bar{\mu} = 7,52$ , de um máximo possível de quinze (15), ou seja,  $\mu = 50,13\%$  de melhoria com a adoção da tecnologia na Fazenda Capivara – GO, local de pesquisa deste trabalho; tal índice demonstra que a tecnologia é recomendável, uma vez que atendeu à norma definida de minimizar os impactos ambientais negativos.
- As médias dos índices de impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada são próximas. Contudo, no sistema irrigado foram valorados dois componentes que

são inalterados no sistema de sequeiro, tal fato pôde contribuir para a diferença de valores.

- Todos os componentes e indicadores do sistema Ambitec-Agro, que se alteram na Integração Lavoura-Pecuária, foram valorados de forma positiva, ou seja, contribuem para a minimização de impactos negativos.
- O indicador Atmosfera não foi avaliado em virtude da hesitação dos entrevistados em valorar o componente Gases de Efeito Estufa. Necessário se faz estudar a geração e emissão de gases de efeito estufa do sistema Integração Lavoura-Pecuária.
- A metodologia Ambitec-Agro foi eficiente ao servir como base metodológica para este trabalho acadêmico.



## 7 SUGESTÕES

Este trabalho trata-se de uma aplicação do sistema Ambitec-Agro com o intuito de avaliar o impacto ambiental da Integração Lavoura-Pecuária em área de sequeiro e em área irrigada. Portanto, sugere-se em futuros estudos:

- Ampliar estudos de avaliação de impactos da Integração Lavoura-Pecuária, ou seja, avaliar o impacto econômico e social da inovação tecnológica.
- Aplicar a metodologia Eco-cert.Rural PROCISUR (Sistema Base para Eco-certificação de Atividades Rurais) com o intuito de verificar o desempenho da Integração Lavoura-Pecuária, no âmbito dos estabelecimentos que adotam a inovação tecnológica.
- Ampliar estudos em relação à emissão de gases de efeito estufa da inovação tecnológica Integração Lavoura-Pecuária.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, H.; RODRIGUES, J.A.S.; KLUTHCOUSKI, J. (2003). *Uso da Integração Lavoura-Pecuária para Produção de Forragem na Entressafra*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 225-262.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR ISO 14001 (1996). Sistema de Gestão Ambiental - Especificação e diretrizes para uso. Brasil: ABNT. 22p.

AVILA, A.F.D.; RODRIGUES, G.S.; VEDOVOTO, G.L. (2006). *Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: Metodologia de referência*. Brasília: Embrapa

BIN, A. (2004). *Agricultura e meio ambiente: contexto e iniciativas da pesquisa pública*. Dissertação (Mestrado) – Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp.

BRAGA, B.; HESPANHOL I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. (2005). *Introdução à engenharia ambiental*. 2ª.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

CARDOSO, M. A. (2000) *Estratégia tecnológica e competitividade – O caso do marcopolo*. Dissertação (Mestrado) – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CASAROTTO FILHO, N.; PIRES, L. H (2002). *Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local*. São Paulo: Atlas.

COTEC, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica (1998). *Pautas metodológicas de la gestión de la tecnología y de la innovación para empresas – Temaguide*. Madri.

CRESTANA, S. (2004). *Inovação e Desenvolvimento: Faces da Mesma Moeda*. In: Revista Inovação. Uniemp. Vol 01. p.28-30.

CRESTANA, S.; SILVA, R.C. (2006a). *O impacto da pesquisa no desenvolvimento do agronegócio brasileiro*. In: IV Congresso Brasileiro de Soja. Anais. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja.

\_\_\_\_\_ (2006b). *Uma possível história da inovação e Gestão do agronegócio no Brasil*. Prefácio In: Agronegócios: Gestão e Inovação. Editora Saraiva, São Carlos, p IX-XX.

CRAVEIRO, A.M. (2004). *Investimento em C&T. é solução*. In: Revista Inovação. Uniemp. Vol 01. p.16-17.

DAHAB, S.; DARWICH, L.; QUINTELLA, R.; MEDEIROS, J.A.; ATAS, L. (1995). *Competitividade e capacitação tecnológica para pequena e média empresa*. Salvador: Casa da Qualidade.

DIAS, E.G.C.S. (2001). *Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração do estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento*. Tese (Doutorado) São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

EMBRAPA (2006). *Balanço Social: pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília (DF): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FERNÁNDEZ DE LUCIO, I.; MARTÍNEZ, E.C.; CEGARRA, F.C.; GRACIA, A.G. (1997). *Variables a considerar en el análisis de los sistemas nacionales de innovación*. Caderno de Gestão Tecnológica, 29. CYTED/PGT/USP.

FORTUNATO NETO, J. (2004). *O Relatório Ambiental Preliminar (RAP) como Instrumento Técnico-Jurídico de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) no Procedimento de Licenciamento Ambiental*. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GALLARDO, A.L.C.F. (2004). *Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da rodovia dos imigrantes*. Teses (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

GASQUES, J.G.; REZENDE, G.C.; VILLA VERDE, C.M.; SALERNO, M.S.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R.; CARVALHO, J.C.S. (2004). *Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil*. Texto para discussão, nº1009. Brasília: IPEA.

IBAMA. (1995). *Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C.U. (2000). *Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: Integração Lavoura-Pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de Integração Lavoura-Pecuária, nos sistemas direto e convencional*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, L.F.(2003a). *Uso da Integração Lavoura-Pecuária na recuperação de pastagens degradadas*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 183-223.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, L.F.(2003b). *Implantação, Condução e Resultados obtidos com o sistema Santa Fé*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 407-441.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.(2003). *Manejo Sustentável dos Solos dos Cerrados*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 59-104.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. (2003). *Opções da Integração Lavoura-Pecuária*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 129-141.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L.F.; COBUCCI, T. (2004). *Integração Lavoura-Pecuária e o manejo de plantas daninhas*. In: Encarte técnico do Informações Agronômicas, nº 106.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COBUCCI, T.; STONE, L.F.; THUNG, M.D.T.; BALBINO, L.C.; SILVA, C.C.; OLIVEIRA, F.R. (2006). *Integração Lavoura-Pecuária: estudo de caso vivenciado pela Embrapa Arroz e Feijão*. In: Ciência, agricultura e sociedade. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.277-330.

LE BOURLEGAT, C.A. (2004). *Sustentabilidade local*. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal – Sustentabilidade Regional. Corumbá: Embrapa Pantanal.

MAGNABOSCO, C.U.; FARIA, C.U.; BALBINO, L.C.; BARBOSA, V.; MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A. O.; SAINZ, R.D. (2003). *Desempenho do Componente Animal: Experiência do Programa de Integração Lavoura-Pecuária*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 459-495.

MARTÍNEZ, E.C.; ALBORNOZ, M. (1998). *Indicadores de ciencia y tecnología: Estado del arte y perspectiva*. Caracas, UNESCO.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT (2002). *Livro Branco da Ciência, Tecnologia e Inovação*, Brasília, DF, CNPq/MCT.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT (2007). *Capital de risco Brasil – FINEP*. Disponível em: [http://www.capitalderisco.gov.br/vcn/g\\_CR.asp](http://www.capitalderisco.gov.br/vcn/g_CR.asp). Acesso em 21 de janeiro de 2007.

MONTEIRO, R.C.; RODRIGUES, G.S. (2006). *A system of integrated indicators for social-environmental assessment and eco-certification in agriculture: Ambitec-Agro*. Journal of Technology Management & Innovation, v.1, p 47-59, 2006.

OMETTO, A.R. (2000). *Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e certificação socioambiental*. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PERUSSI FILHO, S. (2001). *Uma avaliação da contribuição das cooperações universidade-empresa e inter-empresas para a competitividade das empresas industriais do pólo tecnológico de São Carlos*. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PORTER, M. E. (1998). *Estratégia – A busca da vantagem competitiva*. Rio de Janeiro: Editora Campus.

RANIERI, V. (2005). *Avaliação de impactos ambientais: conceitos e processo histórico*. Disciplina de pós-graduação: Avaliação de impactos ambientais. Notas de aula. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

REYDON, B.P., CAVINI, R.A., ESCOBAR, H.E., FARIA, M.H. (2005). *A competitividade verde enquanto estratégia empresarial resolve o problema ambiental?* Instituto de Economia, Unicamp, Campinas, SP. Disponível em: [www.eco.unicamp.br/projetos/gestao\\_ambiental/gestaoambiental.html](http://www.eco.unicamp.br/projetos/gestao_ambiental/gestaoambiental.html). Acesso em: abril, 2005

RODRIGUES, G. S. (1998). *Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisas - Fundamentos, Princípios e Introdução à Metodologia*. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, Documentos 14.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. (2002). *Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação tecnológica Agropecuária: Um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D*. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.19, n. 3, p.349-375

\_\_\_\_\_ (2003). *Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação tecnológica Agropecuária: Ambitec-Agro*. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, Documentos 34.

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I.A.; CAMARGO, O.T.A.C.; NOVO, A.L.M.; BONADIO, L.F.; TAKUDA, F.S.; ANDRADE, E.F.; SHIOTA, C.M., SILVA, R.A. (2006). *Avaliação sócio-ambiental da integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar*. Agricultura em São Paulo. 53(2): 35-48.

SOUZA, D.L.O.; (2003). *Ferramentas de gestão da tecnologia: um diagnóstico de utilização nas pequenas e médias empresas industriais da região de Curitiba*. Dissertação (Mestrado). Curitiba: CEFET – PR.

SOUZA, M. P. (1996). *Texto de Apoio às Aulas para o Curso de Graduação de Arquitetura e Urbanismo da EESC-USP*. São Carlos. Mimeografado.

STAMM, H.R. (2003). *Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica*. Tese (doutorado). Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; KLUTHCOUSKI, J. (2003). *Influência das Pastagens na Melhoria dos Atributos Físico-Hídrico do Solo*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 171-181.

VALENCIO, N.F.L.S. (2005). *Economia ambiental*. Notas de aula. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

VICO MAÑAS, A. (2001). *Gestão da tecnologia e inovação*. São Paulo: Érica, v.1.

VILELA, L.; MACEDO, M.C.M.; MARTHA JUNIOR, G.B.; KLUTHCOUSKI, J. (2003). *Benefícios da Integração Lavoura-Pecuária*. IN: Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 143-170.

VOGT, C.; KNOBEL, M (2004). *Ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. In: Revista Inovação. Uniemp. Vol 01. p.05-07.

## ANEXO

Exemplo do sistema Ambitec-Agro com as matrizes de ponderação preenchidas e inseridas de forma seqüencial.

### MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DA PESQUISA - DIMENSÃO AMBIENTAL

Planilha de Indicadores de Eficiência da Tecnologia - Ambitec-Agricultura

Tabela de coeficientes de alteração da variável									
Uso de Agroquímicos			Pesticidas			Fertilizantes		Averiguação fatores de ponderação	
			Frequência	Variedade de ingredientes ativos	Toxicidade	NPK hidrossolúvel	Calagem		Micronutrientes
Fatores de ponderação k				-0,2		-0,2		-0,3	
Escala máxima = pontual	Sem efeito	Marcar com X							
	Pontual	5	-3	-3	-3	-1	-3	-3	
	Local	-							
	Entorno	-							
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			3	3	4,5	0,5	1,5	1,5	14,0



Tabela de coeficientes de alteração da variável												
Uso de Energia			Combustíveis fósseis				Biomassa			Eletricidade	Averiguação fatores de ponderação	
			Óleo combustível / Carvão mineral	Diesel	Gasolina	Gás	Álcool	Lenha / Carvão vegetal	Bagaço de cana			Restos vegetais
<b>Fatores de ponderação k</b>			-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,075	-0,075	-0,075	-0,075	-0,3	<b>-1</b>
<b>Escala máxima = pontual</b>	Sem efeito	Marcar com X	x		x	X	x	x	x	x	x	
	Pontual	5		-3								
	Local	-										
	Entorno	-										
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>

Tabela de coeficientes de alteração da variável						
Uso de Recursos Naturais			Recurso natural			Averiguação fatores de ponderação
			Água para irrigação	Água para processamento	Solo para plantio (área)	
Fatores de ponderação k			-0,3	-0,3	-0,4	-1
Escala máxima = pontual	Sem efeito	Marcar com X	x	x		
	Pontual	5			-3	
	Local	-				
	Entorno	-				
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			0	0	6	6,0

Planilha de Indicadores da Contribuição da Tecnologia para Conservação Ambiental - Ambitec-Agricultura

Tabela de coeficientes de alteração da variável							
Atmosfera			Tipo do poluente				Averiguação fatores de ponderação
			Gases de efeito estufa	Material particulado / Fumaça	Odores	Ruídos	
<b>Fatores de ponderação k</b>			-0,4	-0,4	-0,1	-0,1	<b>-1</b>
<b>Escala da ocorrência</b>	Sem efeito	Marcar com X	x	x	X	x	
	Pontual	1					
	Local	2					
	Entorno	5					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>

Tabela de coeficientes de alteração da variável							
Qualidade do Solo			Variável de qualidade do solo				Averiguação fatores de ponderação
			Erosão	Perda de matéria orgânica	Perda de nutrientes	Compactação	
<b>Fatores de ponderação k</b>			-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	<b>-1</b>
Escala máxima = pontual	Sem efeito	Marcar com X					
	Pontual	5	-3	-3	-3	-3	
	Local	-					
	Entorno	-					
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			<b>3,75</b>	<b>3,75</b>	<b>3,75</b>	<b>3,75</b>	<b>15,0</b>

Tabela de coeficientes de alteração da variável								
Qualidade da Água			Variável de qualidade da água				Averiguação fatores de ponderação	
			Demanda Bioquímica de Oxigênio	Turbidez	Espuma / Óleo / Materiais flutuantes	Sedimento / Assoreamento		
Fatores de ponderação k			-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-1	
Escala da ocorrência		Sem efeito	Marcar com X		X			
		Pontual	1					
		Local	2					
		Entorno	5	-3	-3		-3	
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			3,75	3,75	0	3,75	11,3	

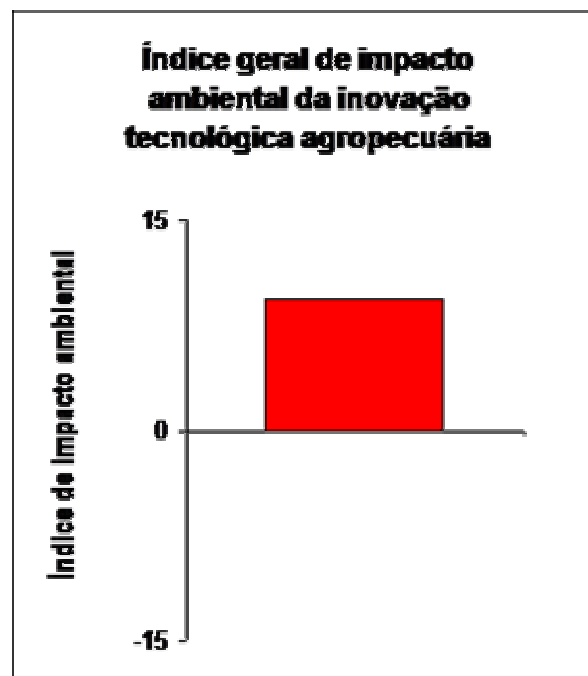
Tabela de coeficientes de alteração da variável						
Biodiversidade			Variável de biodiversidade			Averiguação fatores de ponderação
			Perda de vegetação nativa	Perda de corredores de fauna	Perda de espécies / Variedades caboclas	
<b>Fatores de ponderação k</b>			-0,4	-0,3	-0,3	<b>-1</b>
<b>Escala da ocorrência</b>		Sem efeito	Marcar com X			
		Pontual	1			
		Local	2			
		Entorno	5	-3	-1	-1
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			<b>6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>9,0</b>

Planilha de Indicadores da Contribuição da Tecnologia para Recuperação Ambiental - Ambitec-Agricultura

Tabela de coeficientes de alteração da variável							
Recuperação Ambiental			Variável de recuperação ambiental				Averiguação fatores de ponderação
			Solos degradados	Ecossistemas degradados	Áreas de Preservação Permanente	Reserva Legal	
<b>Fatores de ponderação k</b>			0,2	0,2	0,2	0,4	<b>1</b>
<b>Escala da ocorrência</b>	Sem efeito	Marcar com X					
	Pontual	1					
	Local	2	3		0		
	Entorno	5		3		3	
Coeficiente de Impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			<b>1,2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>10,2</b>

Planilha de Resultado da Avaliação de Impacto Ambiental - Ambitec-Agricultura

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coeficientes de impacto
Uso de Agroquímicos	0,125	14,0
Uso de Energia	0,1875	1,5
Uso de Recursos Naturais	0,125	6,0
Atmosfera	0	0,0
Qualidade do Solo	0,1875	15,0
Qualidade da Água	0,125	11,3
Biodiversidade	0,125	9,0
Recuperação Ambiental	0,125	10,2
<b>Averiguação da ponderação</b>	<b>1</b>	<b>Índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária</b> <b>9,40</b>





This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.