

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MAURO OSAKI**

**GESTÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA DA PROPRIEDADE RURAL  
COM MULTIPRODUTO**

**SÃO CARLOS – SP  
2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MAURO OSAKI**

**GESTÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA DA PROPRIEDADE RURAL  
COM MULTIPRODUTO**

**Tese de doutorado apresentado ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da Universidade  
Federal de São Carlos, para a obtenção do  
título de Doutor em Engenharia de  
Produção.**

*Orientação: Prof. Dr. Mário Otávio Batalha*

**SÃO CARLOS - SP  
2012**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

O81gf

Osaki, Mauro.

Gestão financeira e econômica da propriedade rural com multiproduto / Mauro Osaki. -- São Carlos : UFSCar, 2012. 253 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Engenharia de produção. 2. Economia agrícola. 3. Administração rural. 4. Risco agrícola. 5. Risco MOTAD. I. Título.

CDD: 658.5 (20<sup>a</sup>)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Relatório de Defesa de Tese

Candidato: Mauro Osaki

Aos 27/08/2012, às 14:00, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, a defesa de tese de doutorado sob o título: GESTÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA DA PROPRIEDADE RURAL COM MULTIPRODUTO, apresentada pelo candidato Mauro Osaki. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

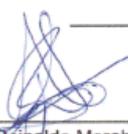
Participantes da Banca	Função	Instituição	Resultado
Prof. Dr. Mario Otavio Batalha	Presidente	UFSCar	Aprovado
Prof. Dr. Reinaldo Morabito Neto	Titular	UFSCar	Aprovado
Prof. Dr. Hildo Meirelles de Souza Filho	Titular	UFSCar	Aprovado
Prof. Dr. Fernando Curi Peres	Titular	USP	Aprovado
Prof. Dr. Antônio Domingos Padula	Titular	UFRGS	Aprovado

Resultado Final: APROVADO

Parecer da Comissão Julgadora\*:

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, Robson Lopes dos Santos, representante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, lavrei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.

  
Prof. Dr. Mario Otavio Batalha

  
Prof. Dr. Reinaldo Morabito Neto

  
Prof. Dr. Hildo Meirelles de Souza Filho

  
Prof. Dr. Fernando Curi Peres

  
Prof. Dr. Antonio Domingos Padula

  
Representante do PPG: Robson Lopes dos Santos

( ) Não houve alteração no título da tese ( ) Houve. O novo título passa a ser:

\*Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

Para gozar dos direitos do título de Doutor em Engenharia de Produção, o candidato ainda precisa ter sua tese homologada pelo Conselho de Pós-Graduação da UFSCar.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Yasuo e Terue Osaki (*in memorian*), pela dedicação à agricultura e pela privação de seus sonhos em detrimento do investimento à minha educação e formação pessoal.

Ao amor da minha vida, Andrey Kinjo, pela paciência e compreensão.

Às minhas irmãs (Satie, Mitie, Kiyomi, Yoshie e Emili) e os cunhados Lincoln, Johnny e Toshiyuki, Aline e Thiago de demais familiares pelo apoio e companheirismo.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Mario Otávio Batalha, cúmplice do desenvolvimento da Tese de doutorado, pela dedicação, paciência e transferência de conhecimento.

Ao meu Coordenador Científico, Prof. Titular Geraldo S. de Camargo Barros, pelo incentivo, pela inspiração e pelo despertar da busca incessante do conhecimento.

Aos amigos e pesquisadores do Cepea, Dr. Lucilio Rogerio A. Alves, Dr. Carlos J.C. Bacha, Dr. Sergio De Zen, Dra. Mirian R. P. Bachi, Dra. Margarete Boteon, Renato G. Ribeiro, Dra. Ana Paula Silva-Ponchio, Dra. Silvia Helena Miranda e demais pela compreensão e companheirismo.

À banca examinadora, professores Doutores: Reinaldo Morabito Neto, Hildo Meirelles de Souza Filho, Antonio Domingos Padula, Fernando Cury Peres, José Flavio Nantes e Sergio De Zen pelas críticas e contribuições no desenvolvimento do trabalho.

Aos professores do programa de pós-graduação da UFSCar e aos funcionários (Cristiane Alves Ribeiro, Raquel Ottani Boriolo e Robson Lopes dos Santos) pela ajuda acadêmica.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>26</b>
1.1.1	Deficiência no desenvolvimento da administração rural no Brasil.....	27
1.1.2	Relevância dos trabalhos sobre gestão rural.....	29
<b>1.2</b>	<b>Objetivos e resultado esperado.....</b>	<b>33</b>
<b>1.3</b>	<b>Sequência do trabalho .....</b>	<b>34</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>37</b>
<b>2.1</b>	<b>Características das propriedades rurais .....</b>	<b>37</b>
2.1.1	Uso da terra nas propriedades .....	39
2.1.2	Sistema de produção.....	41
<b>2.2</b>	<b>Gestão na propriedade rural ou fazenda.....</b>	<b>44</b>
2.2.1	Evolução histórica da gestão de propriedade.....	45
2.2.2	Conceito de gestão de propriedade .....	48
2.2.3	Importância da gestão da propriedade rural.....	50
2.2.4	Tipo de gestão de propriedade .....	51
2.2.5	Visão sistêmica dos fatores envolvidos na gestão de propriedade .....	53
2.2.6	Estrutura da função de gestão da propriedade rural.....	55
<b>2.3</b>	<b>Gerenciamento das informações .....</b>	<b>58</b>
2.3.1	Programa de software agrícola para gestão.....	58
2.3.2	Programas de softwares de gerenciamento agrícola disponíveis no Brasil.....	59
<b>2.4</b>	<b>Planejamento agrícola.....</b>	<b>65</b>
2.4.1	Definição e visão geral de planejamento.....	65
2.4.2	Trabalhos científicos sobre planejamento da propriedade rural.....	67
2.4.3	Princípios básicos de planejamento .....	84
2.4.4	Tipo de planejamento.....	94
<b>2.5</b>	<b>Modelo de planejamento agrícola com pesquisa operacional .....</b>	<b>97</b>
2.5.1	O Modelo Teórico: Motad .....	99
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>109</b>
<b>3.1</b>	<b>Método de pesquisa e procedimentos .....</b>	<b>109</b>
3.1.1	Escolha do local de pesquisa.....	110
3.1.2	Propriedade típica ou representativa .....	114
3.1.3	Painel e estrutura de custo de produção.....	115
3.1.4	Padronização dos dados .....	122
<b>4</b>	<b>MODELO TEÓRICO DE GESTÃO DE PROPRIEDADE RURAL.....</b>	<b>129</b>
<b>4.1</b>	<b>Estrutura econômico-financeira de propriedade rural.....</b>	<b>129</b>
<b>4.2</b>	<b>Modelo teórico proposto para planejamento agrícola .....</b>	<b>136</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>149</b>
<b>5.1</b>	<b>Planejamento agrícola na propriedade representativa.....</b>	<b>149</b>
<b>5.2</b>	<b>Avaliação econômica da propriedade representativa .....</b>	<b>158</b>
<b>5.3</b>	<b>Análise do modelo de planejamento com PL .....</b>	<b>213</b>
5.3.1	Planejamento agrícola da propriedade representativa com dupla safra .....	213
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>227</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>232</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>249</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Sequência de atividades a serem aplicadas no trabalho.....	34
Figura 1.2 – Estrutura do procedimento de elaboração do modelo teórico e científico.....	35
Figura 1.3 – Estrutura do procedimento de elaboração do modelo científico e escolha da ferramenta de análise.....	36
Figura 2.1 – Utilização da área agrícola total do Brasil entre 1970 e 2006.....	40
Figura 2.2 – Relação do ambiente, processo de tomada de decisão, processos técnico e agrônômico e resultado da propriedade rural.....	54
Figura 2.3 – Estágio da função de gestão de uma propriedade rural.....	57
Figura 2.4 – Curva de possível produção e isoreceita para taxa marginal de substituição constante.....	85
Figura 2.5 – Curva de possível produção e isoreceita para taxa marginal de substituição crescente.....	86
Figura 2.6 – Comportamento das curvas de RT, CT e o ponto de máximo lucro.....	87
Figura 2.7 – Lucro máximo com curva marginal.....	88
Figura 2.8 – Lucro máximo com custo crescente.....	89
Figura 2.9 – Curva de isoproducto e reta de isocusto para taxa marginal de substituição constante.....	90
Figura 2.10 – Isocusto e curva de produto para taxa marginal de substituição constante.....	91
Figura 2.11 – Curva de escala linear.....	92
Figura 2.12 – Fronteira de eficiência para diferentes combinações de planejamento agrícola com base na expectativa de renda-variância (E-V).....	100
Figura 3.1 – Evolução da área de produção de soja, milho primeira safra (Milho 1 safra), algodão, milho segunda safra (Milho 2 safra) e trigo no Mato Grosso para as décadas de 80, 90, 2000 e entre as safras 2006/07 e 2010/11.....	111
Figura 3.2 – Distribuição espacial da cultura da soja no estado de Mato Grosso no ano de 2009.....	112
Figura 3.3 – Distribuição espacial da cultura do milho no estado de Mato Grosso no ano de 2009.....	113
Figura 3.4 – Distribuição espacial da cultura do algodão no estado de Mato Grosso no ano de 2009.....	113
Figura 3.5 – Atividades envolvidas nos cinco processos de produção agrícola.....	121
Figura 4.1 – Fluxo econômico-financeiro geral da empresa agropecuária.....	131
Figura 4.2 – Estrutura básica do processo de produção de único produto e multiproducto na propriedade rural.....	132
Figura 4.3 – Modelo econômico simplificado de gestão de único produto na fazenda.....	133
Figura 4.4 – Modelo simplificado de gestão de multiproducto.....	135
Figura 5.1 – Participação média da fonte de recurso para financiamento da produção da propriedade representativa entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	151
Figura 5.2 – Modalidade de venda da produção de soja (precoce e normal) na propriedade representativa na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	152
Figura 5.3 – Modalidade de venda da produção de soja (precoce e normal) na propriedade representativa na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	152
Figura 5.4 – Modalidade de venda da produção de milho na propriedade representativa na região de Sorriso - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	153
Figura 5.5 – Modalidade de venda da produção de milho na propriedade representativa na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	153

Figura 5.6 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor de soja (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	154
Figura 5.7 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor na soja (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	155
Figura 5.8 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor no milho (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	156
Figura 5.9 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor no milho (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	156
Figura 5.10 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor no algodão em pluma (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	157
Figura 5.11 – Custo do preparo do solo para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	160
Figura 5.12 – Custo do semeio para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	160
Figura 5.13 – Custo do trato cultural para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	160
Figura 5.14 – Custo da colheita da produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	160
Figura 5.15 – Custo da pós-colheita para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	161
Figura 5.16 – Custo médio do processo de produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10. ....	161
Figura 5.17 – Custo do preparo do solo para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	161
Figura 5.18 – Custo do semeio para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	161
Figura 5.19 – Custo do trato cultural para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	162
Figura 5.20 – Custo da colheita da produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	162
Figura 5.21 – Custo da pós-colheita para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	162
Figura 5.22 – Custo médio do processo de produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10. ....	162
Figura 5.23 – Custo do preparo do solo para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	165
Figura 5.24 – Custo do semeio para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	165
Figura 5.25 – Custo do trato cultural para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	165
Figura 5.26 – Custo da colheita da produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	165
Figura 5.27 – Custo da pós-colheita para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	166

Figura 5.28 – Custo médio do processo de produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10. ....	166
Figura 5.29 – Comparativo do custo do processo de produção dos produtos da propriedade representativa de Sorriso entre as safras 2007/08 e 2009/10. ....	167
Figura 5.30 – Custo do preparo do solo para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	169
Figura 5.31 – Custo do semeio para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	169
Figura 5.32 – Custo do trato cultural para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	170
Figura 5.33 – Custo da colheita da produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	170
Figura 5.34 – Custo da pós-colheita para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	170
Figura 5.35 – Custo médio do processo de produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10. ....	170
Figura 5.36 – Custo do preparo do solo para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	170
Figura 5.37 – Custo do semeio para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	170
Figura 5.38 – Custo do trato cultural para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	171
Figura 5.39 – Custo da colheita da produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	171
Figura 5.40 – Custo da pós-colheita para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	171
Figura 5.41 – Custo médio do processo de produção da soja em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10. ....	171
Figura 5.42 – Custo do preparo do solo para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	173
Figura 5.43 – Custo do semeio para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	173
Figura 5.44 – Custo do trato cultural para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	174
Figura 5.45 – Custo da colheita da produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	174
Figura 5.46 – Custo da pós-colheita para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	174
Figura 5.47 – Custo médio do processo de produção do milho em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10. ....	174
Figura 5.48 – Custo do preparo do solo para produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	176
Figura 5.49 – Custo do semeio para produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	176
Figura 5.50 – Custo do trato cultural para produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	176
Figura 5.51 – Custo da colheita da produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	176
Figura 5.52 – Custo da pós-colheita para produção do algodão em CNP - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	177

Figura 5.53 – Custo médio do processo de produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.....	177
Figura 5.54 – Comparativo do custo do processo de produção dos produtos na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis .....	178
Figura 5.55 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo precoce (soja precoce) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	182
Figura 5.56 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo médio (soja normal) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	182
Figura 5.57 – Evolução do custo operacional do milho segunda safra na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	183
Figura 5.58 – Evolução do custo operacional da propriedade representativa na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	183
Figura 5.59 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	185
Figura 5.60 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	185
Figura 5.61 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	186
Figura 5.62 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da soja em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	186
Figura 5.63 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	186
Figura 5.64 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	186
Figura 5.65 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da propriedade representativa de Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	187
Figura 5.66 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da propriedade representativa de Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	187
Figura 5.67 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo precoce (soja precoce) na região de Campo Novo do Parecis -MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	188
Figura 5.68 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo médio (soja normal) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	189
Figura 5.69 – Evolução do custo operacional do milho segunda safra na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	189
Figura 5.70 – Evolução do custo operacional do algodão na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	190
Figura 5.71 – Evolução do custo operacional da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	190
Figura 5.72 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja precoce em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	192
Figura 5.73 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada da soja precoce em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	192
Figura 5.74 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	192
Figura 5.75 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da soja em em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	192
Figura 5.76 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) do milho em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	193
Figura 5.77 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) do milho em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	193

Figura 5.78 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) do algodão de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	193
Figura 5.79 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) do algodão de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	193
Figura 5.80 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10. ....	194
Figura 5.81 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.....	194
Figura 5.82 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja precoce em Sorriso – MT entre 2004 e 2010.....	196
Figura 5.83 – Comportamento do valor da margem de contribuição mensal da soja precoce e margem de contribuição média na propriedade típica de Sorriso-MT entre 2004 e 2010. ....	196
Figura 5.84 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada da soja precoce Sorriso-MT entre 2004 e 2010. ....	197
Figura 5.85 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja em Sorriso – MT entre 2004 e 2010.....	198
Figura 5.86. Comportamento do valor da margem de contribuição mensal da soja e margem de contribuição média da soja entre 2004 e 2010 para Sorriso-MT.....	198
Figura 5.87 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada da soja Sorriso-MT entre 2004 e 2010. ....	199
Figura 5.88 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal do milho em Sorriso – MT entre 2004 e 2010.....	199
Figura 5.89 – Comportamento do valor da margem de contribuição mensal do milho e margem de contribuição média do milho entre 2004 e 2010 – Sorriso (MT). ....	200
Figura 5.90 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada para o milho entre 2004 e 2010 – Sorriso (MT). ....	200
Figura 5.91 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da propriedade típica de Sorriso – MT entre 2004 e 2010. ....	201
Figura 5.92 – Comportamento do valor da margem de contribuição mensal e margem de contribuição média da propriedade típica de Sorriso-MT entre 2004 e 2010. ....	202
Figura 5.93 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada da propriedade típica de Sorriso-MT entre 2004 e 2009. ....	202
Figura 5.94 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja precoce em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010. ....	203
Figura 5.95 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal da soja precoce e margem de contribuição média da soja precoce entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	203
Figura 5.96 – Comportamento da margem de contribuição (MC) da soja precoce acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	204
Figura 5.97 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja ciclo médio em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010. ....	205
Figura 5.98 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal da soja ciclo médio e margem de contribuição média da soja precoce entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	205
Figura 5.99 – Comportamento da margem de contribuição (MC) da soja ciclo médio acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	206
Figura 5.100 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal do algodão em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.....	207

Figura 5.101 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal do algodão e margem de contribuição média do algodão entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).....	207
Figura 5.102 – Comportamento da margem de contribuição (MC) do algodão acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	208
Figura 5.103 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal do milho e margem de contribuição média do milho entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	209
Figura 5.104 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal do milho em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.....	209
Figura 5.105 – Comportamento da margem de contribuição (MC) do milho acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	210
Figura 5.106 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.....	211
Figura 5.107 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal da propriedade representativa e margem de contribuição média da propriedade representativa entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	211
Figura 5.108 – Comportamento da margem de contribuição (MC) media da propriedade representativa acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT). ....	212
Figura 5.109 – Curva de fronteira de eficiência da propriedade rural em Sorriso-MT. ....	217
Figura 5.110 – Comportamento da margem bruta da propriedade rural e risco em relação a diferentes planejamentos de alocação de produto na área de cultivo na propriedade representativa de Sorriso-MT.....	218
Figura 5.111 - Curva de fronteira da propriedade rural em Campo Novo do Parecis -MT ...	223
Figura 5.112 - Comportamento da margem bruta da propriedade rural e risco da composição de produto em Campo Novo do Parecis - MT. ....	224

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Composição das atividades na propriedade rural em função do produto de produção nos principais estados agrícolas do Brasil.....	42
Quadro 2.2 – Diferenças entre gestão agrícola e gestão do agronegócio. ....	49
Quadro 2.3 – Principais características dos <i>softwares</i> disponíveis para desempenhar a gestão agrícola no Brasil. ....	63
Quadro 5.1 – Cronograma de semeio e colheita de soja, algodão e milho no Mato Grosso .	150

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Valores considerados para taxa de manutenção e vida útil dos tratores, das colhedoras e dos autopropelidos. ....	117
Tabela 3.2 – Valores considerados para taxa de manutenção e vida útil dos implementos...	117
Tabela 3.3 – Bens de capitais investidos na propriedade representativa de Sorriso (MT). ...	123
Tabela 3.4 – Bens de capitais investidos na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis (MT). ....	123
Tabela 3.5 – Tamanho da propriedade representativas de Sorriso (MT).....	124
Tabela 3.6 – Tamanho da propriedade representativas de Campo Novo do Parecis (MT). ..	124

Tabela 3.7 – Quantidade e remuneração dos funcionários dos funcionários na propriedade representativa de Sorriso-MT – R\$/mês.....	125
Tabela 3.8 – Quantidade e remuneração dos funcionários da propriedade representativa de Campo Novo de Parecis-MT – R\$/mês.....	125
Tabela 3.9 – Preço médio do diesel utilizado na safra na propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – R\$/ litro.....	126
Tabela 3.10 – Taxa de juros médio ponderado utilizado na safra na propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis.....	126
Tabela 3.11 – Taxa de imposto UPF (Unidade Padrão Fiscal) do estado de Mato Grosso....	126
Tabela 4.1 – Margem bruta (MB) média da propriedade representativa nas últimas dez safras – R\$/ha.....	137
Tabela 4.2 – Cronograma de uso do solo na propriedade representativa durante uma safra .	138
Tabela 4.3 – Restrição da área de semeio para propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – MT.....	139
Tabela 4.4 – Restrição de área de colheita para a propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – MT.....	140
Tabela 4.5 - Valores médios da receita e do custo das dez safras (2000/01 a 2009/10) dos produtos encontrados na propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – R\$/ha.....	142
Tabela 4.6 – Desvio absoluto total da margem bruta de produção – R\$/ha.....	143
Tabela 5.1 – Resumo dos principais itens de custo do processo de produção agrícola nas propriedades representativas de Mato Grosso - safra 2007/08 a 2009/10.....	180
Tabela 5.2 – Análise de sensibilidade do planejamento ótimo da propriedade de Sorriso – MT, em R\$/ha.....	214
Tabela 5.3 – Resultado do planejamento ótimo da propriedade representativa de Sorriso-MT.....	216
Tabela 5.4 – Análise de sensibilidade do planejamento ótimo da propriedade de Campo Novo do Parecis – MT, em R\$/ha.....	220
Tabela 5.5 – Resultado do planejamento ótimo da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis - MT.....	222
Tabela 6.1 – Custo de produção e receita bruta da soja precoce em Sorriso – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).....	250
Tabela 6.2 – Custo de produção e receita bruta da soja normal em Sorriso – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).....	250
Tabela 6.3 – Custo de produção e receita bruta do milho em Sorriso – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).....	251
Tabela 6.4 – Custo de produção e receita bruta da soja precoce em Campo Novo do Parecis – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).....	251
Tabela 6.5 – Custo de produção e receita bruta da soja normal em Campo Novo do Parecis – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).....	252
Tabela 6.6 – Custo de produção e receita bruta do algodão em Campo Novo do Parecis – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).....	252
Tabela 6.7 – Custo de produção e receita bruta do milho segunda safra em Campo Novo do Parecis – MT entre a safra 2004/05 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).....	253



## **LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CO	Custo Operacional ou Custo variável
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CNP	Campo Novo do Parecis (MT)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-DI	Índice Geral de Preço – Disponibilidade Interna
Inmet	Instituto Nacional Meteorológico
FGV	Fundação Getúlio Vargas
Motad	Minimização de Desvio Absoluto Total
SEAB	Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado do Paraná
SEFAZ-MT	Secretaria da Fazenda do Estado de Mato Grosso
SRS	Sorriso (MT)



## RESUMO

Agricultores sempre negligenciaram a administração de seus empreendimentos em detrimento de iniciativas ligadas às tecnologias de produção. Em geral, produtores e técnicos sabem responder o que, como e quando produzir, mas eles tem dificuldade de responder quanto custa ou qual é a rentabilidade dessa tecnologia. Este trabalho mostra a importância do planejamento na sustentabilidade dos empreendimentos agrícolas, com intervenção governamental reduzido e sistema de produção agrícola com duas safras em condição de risco. Para isso, esta tese propõe um modelo de apoio à tomada de decisão, voltado ao planejamento de produção em uma propriedade representativa com multiproduto em condição de risco. A metodologia utilizou pesquisa aplicada quantitativa, que combina modelo teórico de planejamento agrícola com pesquisa operacional para explicar e compreender as diferentes alocações de recursos no processo de decisão. Para tanto, foram escolhidas duas regiões produtoras de Mato Grosso: Sorriso (SRS) e Campo Novo do Parecis (CNP).

Em SRS, o modelo mostrou que o sistema de produção com 76,9% de soja precoce (SP) e 23,1% de soja normal (SN) na área de cultivo na primeira safra e 76,9% de milho na segunda safra (MS) obtém maior margem bruta e risco. Por outro lado, a área de produção com predomínio de SN (90%) e SP (10%) assume menor risco. A diversificação da área de cultivo com SP e SN na primeira safra e MS na segunda safra mostrou-se uma alocação interessante para o produtor, mas a decisão da proporção de uso da área agrícola dependerá do quanto de risco o produtor está disposto a assumir. Nesse planejamento agrícola, conforme reduz a área de SP e MS no sistema de produção tem-se uma diminuição da margem bruta e do risco. Em CNP obtém-se o valor máximo de margem bruta média quando a área total de cultivo fica ocupada com 62,5% de SP, 18,8% de SN e 18,7% de algodão (ALG) na primeira safra e com 62,5% de MS, o que motiva a margem bruta máxima da propriedade (R\$ 754.260,77) em alta condição de risco (R\$ 122.525,78). À medida que o uso da área de cultivo com o algodão na estrutura produtiva é reduzido, protege-se a propriedade representativa da exposição ao risco. Neste caso, o sistema de produção com multiproduto não significou exatamente a redução do risco da propriedade rural, pois a adição de um produto particular na carteira de produção acabou gerando um custo específico – *sunk cost*. Assim, o sistema de produção da propriedade torna viável quando se busca a maximização do uso das máquinas e dos equipamentos específicos, mas isso acaba penalizando o desempenho dos demais produtos. A decisão de alocar o uso da terra com esses produtos deve remunerar o custo de oportunidade da soja e milho.

As curvas de fronteira de eficiência revelaram que as duas propriedades representativas maximizam os fatores de produção. Em SRS, a alocação média da área de cultivo nas últimas seis safras (2004/05 a 2009/10) ficou na curva de fronteira, mostrando que o sistema de produção escolhido pelos produtores (32,5% de SP e 67,5% de SN na primeira safra e 32,5% de MS) tem mostrado a eficiência produtiva dos agricultores no sentido de minimizarem o risco para determinado nível de renda. Essa decisão corresponde a uma taxa de aversão ao risco de 1,050. No caso de CNP, a combinação média da área de cultivo ficou muito próxima da curva de fronteira, sinalizando que o planejamento agrícola do sistema de produção (28% de SP, 54% de SN e 18% de ALG na primeira safra, e 28% de MS) também minimiza o risco para determinado nível de renda, mas a uma taxa de aversão ao risco corresponde a 3,71.

**Palavras-chaves:** gestão agrícola, Motad, risco (desvio absoluto).



## ABSTRACT

*Farmers have always neglected management procedures in their enterprises in detriment to initiatives regarding production technology. Overall, producers and technicians know the answer to what, how and when to produce, but they don't know the cost or profitability of this technology. The present study shows the importance of the sustainability of agricultural enterprises with reduced governmental intervention and the risk involved in a double crop production system. Therefore, the aim is to propose a model to support the decision-making process, focused on production planning in a representative multi-product farm under conditions of risk. Using quantitative applied research, a theoretical model of agricultural planning was combined with operational research to explain and understand different allocations of resources within the decision-making process. For that purpose, two production regions of Mato Grosso state in Brazil were selected: Sorriso (SRS) and Campo Novo do Parecis (CNP).*

*In SRS, a production system with 76.9% early soybean (SP) and 23.1% soybean (SN) for the first harvest and 76.9% corn (MS) for the second harvest generated a high gross margin and risk. On the other hand, a production system with 90% SN and 10% SP implied less risk. Diversifying the cultivated area with SP and SN in the first crop and MS in the second crop is interesting for farmers; however, land allocation decisions depend on how much risk the producer is willing to take. Since this farm planning strategy reduces SP and MS areas in the production system, gross margin and risk are also decreased. The following distribution of arable land produced the maximum gross margin value in CNP: 62.5% SP, 18.8% SN and 18.7% cotton (ALG) in the first harvest and 62.5% MS for the second harvest. The resulting maximum gross margin of the farm was R\$754,260.77, which was R\$122,525.78 under high risk conditions. As the area of cotton production is reduced, the representative exposure to risk is protected. In this case, a production system with multiple products does not exactly mean reduced risk for the farm, since the addition one particular product in the production portfolio generates a specific cost, called the sunk cost. Thus, a production system becomes feasible when the use of specific machinery and equipment is maximized, but in the end this procedure penalizes the performance of other products. The decision to allocate land for these products should remunerate the opportunity cost of soybean and corn.*

*The efficient frontier curves correspond to the most efficient investment strategies for the two farms.. The frontier curve for SRS was the allocation of average land used in the last six seasons (2004/05 to 2009/10), showing that the production system adopted (32.5% SP and 67.5% SN for the first crop and 32.5% MS for the second crop) has productive efficiency to minimize risks for a certain income level. This decision corresponds to an aversion rate to risk of 1.05. In the case of CNP, the average combination of crop area used was very close to the efficient frontier curve, indicating that the farm planning production system with 28% SP, 54% SN, 18% ALG for the first harvest, and 28% MS for the second harvest also minimizes risk for a certain income level. On the other hand, the aversion rate to risk corresponds to 3.71.*

**Keys-words:** farm planning, Motad, risk.



## 1 INTRODUÇÃO

A abertura do mercado doméstico ao comércio internacional motivou diversas alterações na gestão dos três setores da economia brasileira – na produção agrícola, na indústria e nos serviços –, com vistas ao aumento da competitividade frente aos produtos estrangeiros. As mudanças advindas da globalização dos mercados levaram à aceleração da profissionalização e da automação dos processos operacionais dos setores produtivos e de serviços, principalmente a partir da década de 90.

Essa situação levou produtores a buscarem continuamente diversas estratégias como condição mínima de sobrevivência na atividade, entre elas o aumento na produtividade e nas escalas de produção, bem como a diferenciação de produtos e mercados.

No âmbito da produtividade, a aplicação de novas tecnologias no sistema de produção da propriedade, com a utilização de máquinas mais modernas, sementes melhoradas (convencionais ou geneticamente modificadas) e a adoção de técnicas de cultivos protegidos, são alguns dos fatores responsáveis pelo aumento expressivo da produtividade e da competitividade brasileira.

Por outro lado, a abertura econômica resultou em uma maior presença de artigos importados no mercado nacional. Em resposta, as empresas tiveram de ajustar os processos e os sistemas produtivos para transformar produtos homogêneos (*commodities*) em artigos diferenciados. Atualmente a diferenciação é uma ferramenta imprescindível à competitividade das empresas, pois permite o acesso a um determinado nicho de mercado, além de uma maior margem de lucro. Com ênfase nesse aspecto, as firmas planejam a flexibilização do processo produtivo para atender rapidamente às necessidades e às variações do mercado.

A busca pelo aumento da escala de produção também foi uma resposta à liberalização dos mercados. As empresas aumentaram suas estruturas produtivas com objetivo de ampliar o poder de negociação e reduzir os custos de produção. Tais medidas foram fundamentais para muitas empresas competirem com produtos estrangeiros em quantidade e preço.

Vale destacar que mesmo uma grande empresa produtora de produtos agrícolas não está livre do risco inerente a sua atividade e a variações de preço. A utilização de ferramentas financeiras de proteção, como contrato futuro, opção e seguro agrícola, portanto, minimiza esses riscos.

Para os setores agropecuários que não dispõem desses mecanismos, como o de hortifruti, aves e suínos, a estratégia mais adequada parece ser a diversificação da produção. Para De Zen (2002), os produtores costumam diversificar a atividade na propriedade com o objetivo de reduzir sua exposição ao risco.

Estas mudanças ocorreram e impactaram diferentes níveis do mercado dos setores agropecuários. A principal preocupação dos produtores para aumentar a produtividade ainda repousa nos investimentos em máquina, introdução de novas cultivares, uso de produtos químicos inéditos no manejo de pragas e doenças e outras práticas agropecuárias. Sem dúvida, essas técnicas proporcionaram ganhos na propriedade, haja vista a relativa ineficiência do setor agropecuário até a abertura do mercado. No entanto, os produtores rurais têm negligenciado a administração dos seus empreendimentos em detrimento de iniciativas ligadas com as tecnologias de produção. Muitos deles acham que gerir bem uma propriedade é sinônimo de controlar com acurácia seus custos.

Visando contribuir para a melhoria deste quadro, este trabalho propõe um modelo de apoio à tomada de decisão voltada ao planejamento de produção de uma propriedade rural com multinegócio. O estudo foi motivado pela carência de ferramentas de gestão (planejamento) para propriedade agrícola multiprodutos que contemplem as especificidades da agricultura brasileira.

Este trabalho está estruturado em sete capítulos, sendo que o primeiro apresenta a introdução, a justificativa e os objetivos. No segundo capítulo, descreve-se a revisão de literatura do objeto de estudo. O terceiro capítulo apresenta o modelo teórico e o quarto estrutura a metodologia em dois tópicos: o item 3.1 Método de pesquisa e procedimentos e 4.2 Modelo teórico proposto para planejamento agrícola. O quinto capítulo refere-se aos resultados e às discussões deste trabalho. As considerações finais, por sua vez, encontram-se no sexto capítulo, seguidas das referências bibliográficas.

## **1.1 Justificativa**

A justificativa deste trabalho se fundamenta em duas vertentes. A primeira está relacionada à carência de estudos sobre gestão ou administração rural no Brasil. Em linhas gerais, os problemas econômicos, os altos subsídios e a visão produtivista nos sistemas de produção retardaram a discussão do tema nas principais instituições de pesquisa, extensão e ensino. Além disso, muitos estudos brasileiros resumem a gestão da propriedade rural ao

gerenciamento de custo. Entretanto, sob uma visão holística, além desta área (gerenciamento de custo), devem ser consideradas também análises de gerenciamento de risco e de indicadores econômico-financeiros para garantir a sustentabilidade da atividade.

A segunda vertente diz respeito aos principais estudos nacionais e internacionais sobre a gestão da propriedade rural. Nesse subcapítulo, descreve-se a natureza das pesquisas na área de conhecimento de gestão de propriedades, bem como os tipos de ferramentas utilizados para análise e comparação de resultados para uma ou mais atividades na propriedade rural.

### **1.1.1 Deficiência no desenvolvimento da administração rural no Brasil**

As discussões sobre gestão de propriedade rural começaram na década de 30 nos Estados Unidos e a partir da década de 40 na Europa. No Brasil, o assunto foi introduzido no fim da década de 40, mas só recentemente, com a abertura do mercado e a estabilidade econômica, é que a importância da administração rural começou a ganhar destaque entre os profissionais da área.

Entre as razões para o atraso no desenvolvimento da administração rural no Brasil estão o modelo de difusão tecnológica e o comportamento das instituições de extensão, pesquisa e ensino em relação a esta área de conhecimento. Além disso, o modelo de crescimento econômico adotado pelo governo e as circunstâncias macroeconômicas do País restringiram o avanço da administração rural no Brasil entre as décadas de 50 e 90.

O governo brasileiro chegou a criar diversas empresas de extensão rural para difundir conhecimento de campo e administração entre as décadas de 50 e 60. A proposta inicial era aumentar a produção, a produtividade e a renda do campo. Contudo, em um período de regime militar, a oferta de alimentos foi elevada por meio de pacote tecnológico, com altos subsídios. Assim, na leitura de Holzl (1991), o modelo “produtivista” adotado na década de 70, que atribuiu o desenvolvimento rural à força da tecnologia de produção, foi o motivo do atraso nas discussões sobre o tema. Já para Noronha e Peres (1991), o modelo de crescimento agrícola brasileiro baseado em altos subsídios à agricultura e garantia de preço ao produtor é que acabou postergando o processo.

Noronha e Peres (1991) acrescentam a falta de prestígio por parte de instituições de pesquisa agrônoma e do setor público de extensão rural, os quais priorizaram a produção em detrimento do controle administrativo. O fracasso nas tentativas de se introduzir contabilidade

agrícola ou simplificada nas grades curriculares e a expressiva influência da escola norte-americana nos programas de economia rural com concentração na área de economia da produção reforçaram a queda de prestígio.

Ao mesmo tempo, registram-se estudos de administração rural no campo de conhecimento da economia. Hoffman (1976), Noronha e Peres (1991) e Lima *et al.* (1995) tratam a administração rural como uma divisão da economia rural, que procura estabelecer modelos combinatórios com vistas aos maiores lucros possíveis. No entanto, por restringirem a área de conhecimento da administração rural à análise estritamente econômica, os autores deixam de considerar o processo de eficiência dos meios e os recursos postos na produção.

Entre a década de 60 e meados da década de 90, a economia brasileira conviveu com altas taxas de inflação e renomeação monetária. Tal cenário macroeconômico, de preços instáveis, dificultava o empresário gerenciar seu negócio, bem como estruturar seu custo de produção. Da mesma forma, elaborar planejamento de médio e longo prazos era uma atividade de retrabalho; logo, várias empresas e produtores rurais convertiam o orçamento e o valor final do produto na moeda norte-americana para guiá-los na tomada de decisão. Noronha e Peres (1991) acreditam que o modelo de crescimento econômico brasileiro baseado em altas taxas de inflação e preços elevados motivou o declínio da administração rural.

A combinação desses fatores refletiu no baixo desenvolvimento da administração rural no Brasil, implicando em poucas publicações de discussões teóricas sobre o assunto. O trabalho de Lima *et al.* (1995) descreve a carência de estudos na área, destacando a falta de referências teóricas e metodológicas para a orientação dos profissionais que trabalham com assistência técnica, para implantar e orientar a tomada de decisão administrativa.

Canziani (2001) relacionou fatores limitantes à gestão da empresa agropecuária com a competência administrativa, composta pelas variáveis: conhecimento, habilidade e atitude. O autor observou diferenças significativas entre as ações de técnicos e de produtores sobre a melhor forma de gerenciamento. Nas empresas predominantemente familiares, Canziani (2001) concluiu que os técnicos, muitas vezes, não têm participação na decisão administrativa e contrariam o objetivo de maximizar o lucro. Na mesma linha de raciocínio, Vilckas e Nantes (2003) e Lourezani e Lagos (2003) estudaram o grau de conhecimento sobre gestão de propriedade para os produtores familiares de São Carlos (SP). O resultado mostrou que 85% dos entrevistados não buscam capacitação gerencial e 51% planejam sua produção de acordo com o mercado, reforçando a idéia do baixo interesse do produtor pela administração rural.

Essa deficiência reflete-se no meio acadêmico, com diversos trabalhos da área de administração rural reproduzindo os conceitos utilizados na administração de empresas para o meio agropecuário. Marion (2002), Canziani (2001), Vileckas (2004) e Lourenzani e Souza Filho (2005) buscaram adaptar conceitos da administração de empresas para suprir a carência dos fundamentos teóricos da administração rural no Brasil. Canziani (2001, p.19) descreve administração rural como um misto de ciência, técnica e arte. Lourenzani e Souza Filho (2005, p.75) estruturou o modelo dinâmico para a gestão da agricultura familiar baseada nos fundamentos de administração de empresa.

A maciça intervenção do governo na oferta de crédito rural e na política de preços mínimos garantia o capital de produção e a renda do produtor no campo, acomodando o setor produtivo num ambiente de baixa eficiência. Somado a isso, a elaboração do planejamento agrícola não tinha efetividade no período hiperinflacionário, visto que os preços dos produtos rapidamente eram alterados e o plano proposto não era suficientemente robusto para ser executado. Essa situação levou muitos empresários a elaborarem planejamento com a moeda norte-americana.

Com o processo de estabilização econômica promovido no Governo Itamar Franco com a introdução do Plano Real, porém, houve uma diminuição do crédito subsidiado e da intervenção governamental no programa de garantia de preço mínimo, o que acabou fazendo com que produtores buscassem se organizar e programar a produção na propriedade rural.

Contudo, a dificuldade aparece quando a questão gira em torno do custo e da renda da atividade e da propriedade rural. Assim, a organização da área de conhecimento de gestão de propriedade rural e o desenvolvimento de modelo de planejamento agrícola são ferramentas indispensáveis para a permanência do agricultor na atividade no mercado globalizado e com reduzida intervenção do governo no mercado.

### **1.1.2 Relevância dos trabalhos sobre gestão rural**

Os primeiros exercícios de gestão de propriedade foram realizados por técnicos da área de extensão rural, que reuniam produtores agrícolas para mostrar resultados comparativos entre as atividades desenvolvidas nas regiões. Nesses encontros, eram apresentadas práticas de sucessos no controle de pragas e doenças, manejo de fertilidade, manejo do rebanho, entre outros casos. Isso porque os técnicos acreditavam que, a partir de

exemplos bem-sucedidos de produtores locais, os demais passariam a adotar tais práticas no planejamento da produção.

Os trabalhos na área de conhecimento de gestão rural se dividem basicamente em dois grupos. O primeiro é destinado à análise qualitativa, por meio de ferramentas comparativas. No segundo, de natureza quantitativa, concentram-se os fatores que influenciam a combinação de atividades e o sucesso financeiro da propriedade.

No caminho qualitativo, Swanson (1953) mostra que as pesquisas empregam uma ampla variedade de medidas de rentabilidade da propriedade rural, sendo duas as categorias mais utilizadas: (1) comparação entre fazendas e (2) variáveis dependentes que estabelecem relações com certas características do negócio da propriedade.

Paralelamente, na vertente quantitativa, diversos trabalhos internacionais de gestão de propriedade buscaram respostas para a melhor prática do planejamento agrícola. Heady (1954), McCorkle Jr (1955), Swanson (1955b), Boles (1955), Hildreth (1955), Huffman e Stanton (1969), por exemplo, aplicaram a programação linear como ferramenta para o planejamento de propriedades agrícolas nos Estados Unidos, com objetivo de selecionar a melhor combinação de atividades da fazenda.

Na mesma linha, Burton *et al.* (1987) e Abdulkadri e Ajibefun (1998) utilizam ferramentas do método de MGA (Modelagem para Gerar Alternativa) para selecionar a atividade mais apropriada a determinada propriedade rural e, assim, traçar o planejamento da mesma. Já Piech e Rechman (1993) e Herrero *et al.* (1999) adotam a tomada de decisão de multicritério como ferramenta para o planejamento agrícola. Outro método de pesquisa na área refere-se ao planejamento com gerenciamento de risco. Hazell (1971), Scott e Baker (1972), Kaiser e Boehlje (1980), McCarl e Önal (1989) e Just *et al.* (1990) sugerem planejamento da propriedade com o uso da programação linear com variável risco.

No Brasil, as contribuições acadêmicas em gestão de propriedade têm se concentrado nos estudos comparativos de custo de produção entre atividades e as viabilidades econômicas das mesmas nas propriedades. Poucos trabalhos são observados na área agropecuária de gestão agrícola a partir do uso de ferramenta de pesquisa operacional para alocação de recursos, e, menos ainda, na área de decisão do produtor pelos métodos de multiperíodo, multicritério e simulação.

Os trabalhos quantitativos mais recentes desenvolvidos para a tomada de decisão na área de planejamento da produção agrícola. Lima (1988) trabalhou-se para obter um plano de corte economicamente ótimo para florestas de eucaliptos. Santaella (1995) desenvolveu modelo matemático de planejamento agrícola voltadas à eliminação ou redução das

queimadas dos canaviais. Caixeta Filho *et al.* (2002) propuseram modelo de gestão agrícola para produção de lírio na região de Holambra. Junqueira e Morabito (2006 e 2008), por sua vez, formularam modelo de planejamento de produção e logística de milho semente. Santos *et al.* (2007) propuseram modelo de otimização para gerenciar plano de rotação de cultura para diferentes lotes, duração de ciclo produtivo e época de plantio. Milan (2008) propôs um modelo matemático de programação linear multiobjetivo para gerenciar uma propriedade agrícola de produção de café na região de Cristais Paulista. Santos Junior (2011) propôs planos ótimos de uso de água para cultivos irrigados que proporcionassem o máximo retorno líquido no perímetro de irrigação Formoso em área familiares.

No caso de planejamento integrando a área agrícola e agroindústria, Paiva e Morabito (2007) propuseram um modelo matemático para o planejamento agregado da produção de usinas de açúcar e álcool. Gameiro *et al.* (2008) desenvolveram um modelo matemático com o propósito de entender o processo de suprimento de tomate. Carvalho (2009) desenvolveu um modelo de planejamento agregado da produção para apoiar as decisões de nível gerencial e de diretoria das usinas de açúcar e álcool. Munhoz e Morabito (2010) discutiram modelos de programação linear e programação por metas para apoiar decisões no processo de planejamento agregado da produção de suco concentrado congelado de laranja, com múltiplos produtos, estágios e períodos.

Esses trabalhos revelam a importância da programação linear como ferramenta na elaboração de planejamento agrícola, mas não consideraram a variável risco no modelo. Em geral, produtores e consultores brasileiros sabem responder o que, como e quando produzir um determinado produto. Todavia, vale lembrar, que a atividade agropecuária está em condição de incertezas e riscos, cada vez mais considerados por empresas nas suas decisões e orientações práticas agrícolas. Ao escolher a combinação de atividades sem considerar o risco no modelo pode implicar numa decisão equivocada do planejamento da fazenda. Para Hazell (1971) e Hazell e Norton (1986) um planejamento agrícola sem a variável risco tem resultado limitado e, as vezes, inaceitável.

Os trabalhos de planejamento agrícola de Hazell (1971), Peres (1976), Brink e McCarl (1978), Schurle e Erven (1979), Mapp *et al.* (1979), Peres (1981), Held e Zink (1982), Hall *et al.* (1983), Rodriguez (1987), Silva (1988), Teague e Lee (1988), Cortina (1992), Mohamed & Thani (1993), Kyle (1993), Dias (1996), Araújo (1997), De Zen (2002), Fasiaben (2002), Pizzol (2002) e Souza *et al.* (2008) entre outros, incorporaram o fator de risco no modelo de programação linear para planejamento da fazenda para determinar a

combinação de atividades de menor risco e maior retorno e o risco de expansão do empreendimento e capital.

O presente trabalho diferencia-se dos comumente encontrados na literatura por propor um modelo de planejamento agrícola que prevê o uso intensivo do solo por meio de duas safras no ano agrícola. Além disso, o crédito agrícola disponível por pessoa física para a produção de grão e cereais no Brasil é insuficiente para financiar custeio da propriedade representativa de Mato Grosso. Assim, os produtores antecipam a venda da produção, o que difere dos modelos de planejamento propostos nos trabalhos anteriores. No estudo de Brink e McCarl (1978), por exemplo, alternativas de comercialização não foram totalmente retratadas na determinação da receita da propriedade. Autores como Rodriguez (1987), De Zen (2002), Pizzoll (2002) e Fasiaben (2002) consideram somente o preço do produto no mercado e não discriminam a forma de negociação na composição da receita bruta. Assim, o modelo proposto procura captar a receita bruta média com duas formas de negociação, que é uma característica particular da produção de grãos e fibras do Brasil.

Outro ponto relevante do trabalho refere-se à forma de estimar o risco do planejamento agrícola. Os modelos propostos por Peres (1981), Rodriguez (1987), Araújo (1997), De Zen (2002), Pizzol (2002) e Fasiaben (2002) minimizaram o risco da atividade com o desvio absoluto total da receita bruta. Eles adotam esse critério devido à ausência de série histórica de custo de produção. Este trabalho procurou tratar a incerteza por meio da margem bruta do produto de dez temporadas (2000/01 a 2009/10), sendo coletadas a campo com os produtores e técnicos pelo método painel durante seis anos de pesquisa.

Por fim, vale ressaltar que o sistema de produção de grãos de Mato Grosso tem se intensificado, tornando essencial o entendimento do complexo e dinâmico fluxo econômico-financeiro da produção como multiproduto com duas safras no mesmo ano agrícola. Essa transformação faz o Mato Grosso como principal produtor de soja, milho segunda safra e algodão no Brasil. Na média das últimas cinco safras (de 2005/06 a 2009/10) da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), o estado respondeu por 28,95% da produção nacional da soja, 37,03% de milho segunda safra e 50,44% de algodão. Na década de 2000, a taxa de crescimento da área de produção brasileira de soja foi de 4,5% a.a, para o milho segunda safra 8,5% a.a e algodão com 1,3% a.a. Na mesma década, o Mato Grosso registrou um crescimento na área de soja de 6,4% a.a, milho segunda safra com 19,1% a.a. e algodão com 3,5%.a.a.

O forte crescimento e intensificação do uso da área agrícola no estado motivou o estudo em duas propriedades representativas com multiproduto, cujo o objetivo é reduzir o

custo fixo da propriedade com máquinas, mão de obra permanente, despesas gerais e a sazonalidade do fluxo de caixa. Contudo, é necessário descobrir a taxa de risco assumida nesse caso.

## **1.2 Objetivos e resultado esperado**

### **Geral**

- Propor e avaliar o desenvolvimento de um modelo de apoio à tomada de decisão, voltado ao planejamento de produção em uma propriedade agrícola com multiproduto.

### **Específicos:**

- Compreender a sistemática de produção da propriedade rural em um ambiente multiproduto;
- Avaliar os principais fatores de produção utilizados pelos produtores rurais para a realização do planejamento da produção e a negociação;
- Propor modelo de planejamento agrícola em uma propriedade representativa, aplicando os diferentes produtos encontrados em um contexto de diferentes graus de exposição ao risco;

### 1.3 Sequência do trabalho

O conjunto de procedimentos sistemáticos e racionais permite alcançar com objetividade e economia as diretrizes propostas pelo autor desta tese, reduzindo a margem de erro. A seguir, é descrita a sequência metodológica a ser cumprida para o desenvolvimento do modelo de gerenciamento para empresas agrícolas multiprodutos (Figura 1.1).

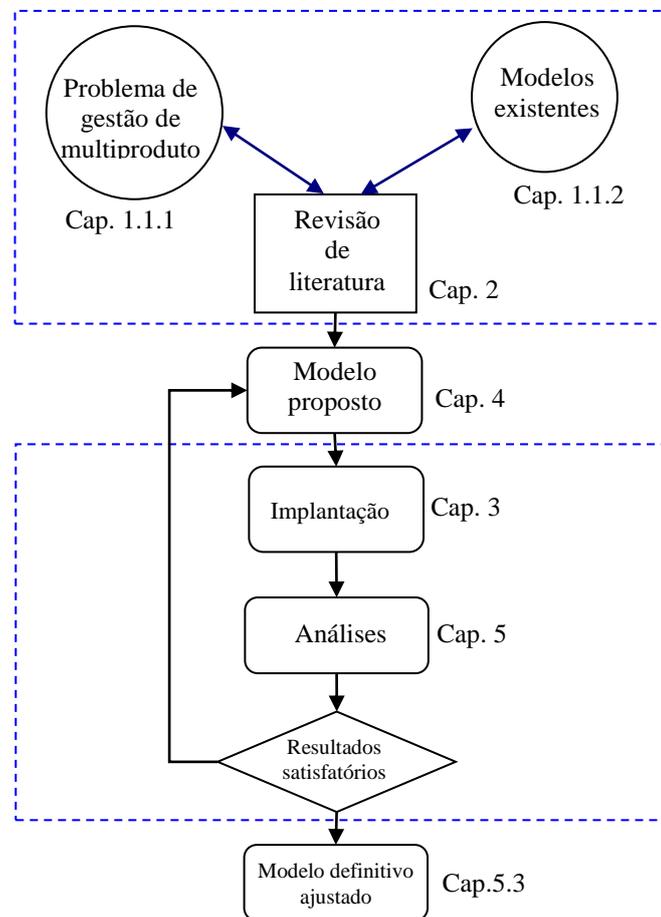
Figura 1.1 - Sequência de atividades a serem aplicadas no trabalho.

Etapa		Atividade
1 Estado da arte	=>	Levantamento bibliográfico sobre gestão e planejamento de propriedade rural
2 Escolha do método	=>	Levantamento bibliográfico das principais ferramentas utilizadas na elaboração de planejamento e gestão de propriedade rural
3 Identificação do modelo de propriedade para teste	=>	Desenvolvimento e escolha do modelo de propriedade
4 Reunião com produtores	=>	Levantamento de dados primários com grupo de produtores de acordo com o modelo de propriedade proposto
5 Avaliação do modelo teórico	=>	Interpretação, análise de dados coletados e ajustes do modelo
6 Elaboração da tese	=>	Descrição dos resultados, considerações do trabalho e contribuição teórica para a academia

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do diagnóstico do problema de gestão de propriedade com multiproduto e a busca dos modelos de planejamentos agrícolas existentes, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre planejamento agrícola. Formulou-se, então, um modelo que representa o problema de se gerenciar vários produtos dentro de uma fazenda para a realidade do Brasil. Para implantá-lo, foram utilizados dados primários. No caso de o resultado não corresponder aos fundamentos teóricos, o modelo pode ser ajustado até atingir resposta satisfatória (Figura 1.2).

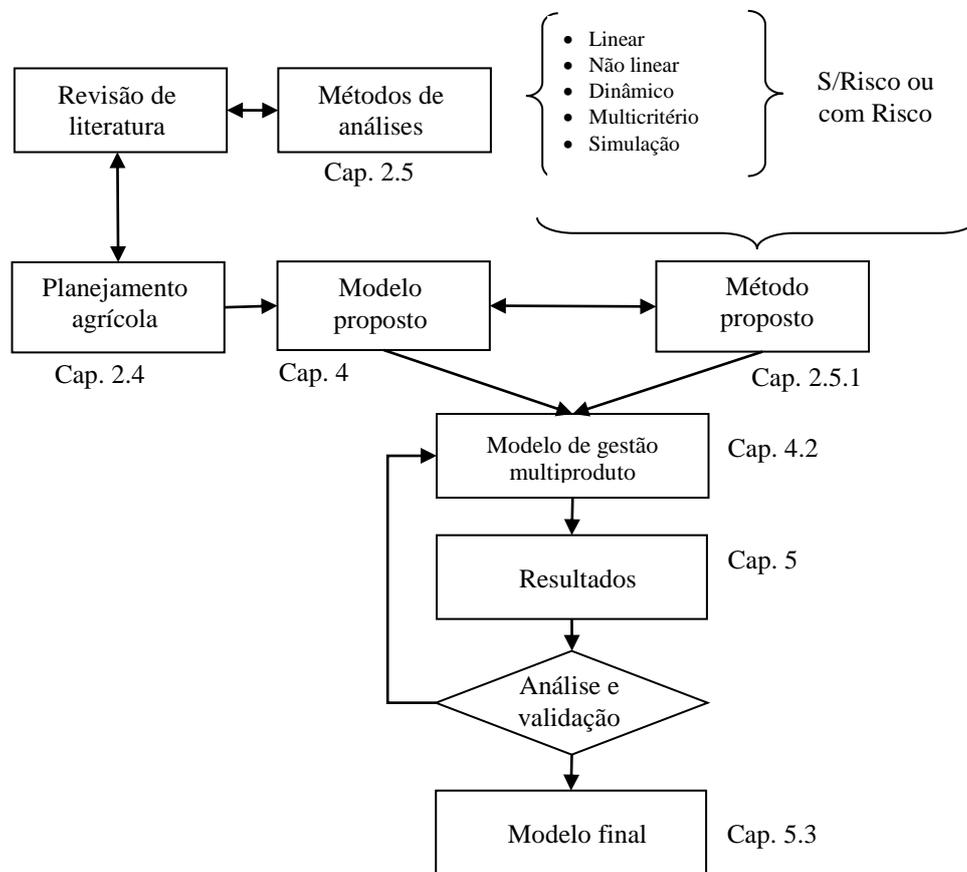
Figura 1.2 – Estrutura do procedimento de elaboração do modelo teórico e científico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os modelos de gestão agrícola com foco no planejamento apresentam uma variedade de métodos para solucionar questões de combinação de atividades da fazenda, retorno de investimento e mudança política de governo. Na revisão de literatura, encontraram-se diversos trabalhos e experiências em diferentes territórios. Na Figura 1.3, observa-se a visão sistêmica dos principais métodos aplicados no planejamento agrícola. Os resultados serão validados como o modelo teórico e como fundamento de planejamento agrícola.

Figura 1.3 – Estrutura do procedimento de elaboração do modelo científico e escolha da ferramenta de análise.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Os assuntos relacionados ao objeto de estudo e ao tema deste trabalho são apresentados neste capítulo, dividido em cinco partes: 2.1 Características das propriedades rurais; 2.2 Gestão na propriedade rural ou fazenda, 2.3 Gerenciamento das informações, 2.4 Planejamento agrícola e 2.5 Modelo de planejamento agrícola com pesquisa operacional.

### 2.1 Características das propriedades rurais

De acordo com o Artigo 186 da Constituição de 1988, a propriedade rural tem sua função social quando atende, simultaneamente, aos seguintes critérios e graus de exigência estabelecidos em lei:

- I – aproveitamento racional e adequado;
- II – utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente;
- III – observância das disposições que regulam as relações de trabalho; e
- IV – exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

As propriedades rurais podem também ser denominadas como uma indústria a céu aberto com uma ou mais atividades. O número de atividades é determinado por vários fatores, como perfil do produtor, condições climáticas da região, topografia, disponibilidade de mão de obra, mercado para comercialização do produto e compra de insumos, infraestrutura, recursos financeiros, legislação e incentivo governamental. Esses fatores devem ser analisados para prevalecer um crescimento sustentável na atividade agropecuária; caso contrário, podem restringir o desempenho e a competitividade da propriedade rural.

A caracterização do perfil do produtor, por exemplo, permite uma melhor orientação na escolha do tipo de atividade que o agrada, da cultura que apresenta maior e/ou menor risco, pela preferência e até mesmo por oportunismo (tendência e moda) do mercado.

Pelo fato de a propriedade rural se tratar de uma indústria a céu aberto, a condição climática é um fator decisivo para a escolha do produto em determinadas regiões. O comportamento fisiológico da planta diante da quantidade de luminosidade e da temperatura é um dos principais fatores condicionantes. Ainda não é possível, por exemplo, produzir frutas temperadas (maçã, pêra, ameixa, pêsego e outras) no sertão nordestino, tendo em vista que

essas plantas necessitam de número de hora frio, durante o período de dormência, para garantir a produção da safra seguinte. Da mesma forma, produzir manga, banana e outras plantas tropicais em área com grande possibilidade de geada torna o cultivo dificultoso, dado que essas espécies são sensíveis à baixa temperatura.

A topografia também influencia o tipo de atividade a ser implantada na propriedade. Algumas culturas exigem terrenos planos para facilitar a mecanização, enquanto outras podem ocorrer em áreas onduladas.

Mesmo com clima e topografia adequados para a exploração agrônômica em uma região específica, deve-se avaliar, ainda, a disponibilidade e a qualidade da mão de obra. Normalmente, aponta-se dificuldade em se recrutar profissionais para realizar atividades agropecuárias que exigem mão de obra qualificada. O trabalhador com baixa escolaridade limita a inserção tecnológica no campo, como o emprego de técnicas de cultivo, poda e raleio de frutíferas, padronização e classificação de produtos, execução e controle da gestão de qualidade total, uso de máquinas com GPS (*Global Positioning System*, em inglês) e acesso à internet.

Quanto aos itens relacionados à comercialização do produto, a compra de insumos e a infraestrutura são essenciais na determinação da competitividade e sustentabilidade da atividade. A falta de matéria-prima e de depósito/armazém, o alto preço de transporte entre origem e destino e a deficiência das estradas/rodovias são alguns dos entraves da produção e comercialização agrícolas. Esses fatores são mais incisivos quando se trabalha com escala de produção reduzida e com produto de baixo valor agregado.

No caso da economia brasileira, em que a taxa de juros é elevada em relação aos outros países, a escolha do tipo de empréstimo e a disponibilidade de recurso financeiro são primordiais para a determinação da capacidade da propriedade rural em recuperar seus investimentos de curto e longo prazos. A quantidade de investimento depende da escala de produção, do nível tecnológico empregado, do sistema de produção adotado, do número de produtos agrícolas, etc.

A legislação e o incentivo governamental são pontos importantes para o desenvolvimento das atividades no módulo agrícola, tendo em vista que as medidas não são controladas diretamente pelo produtor rural. Para a legislação, compete ao produtor cumprir, contudo, os mesmos podem reivindicar mudanças e adequações por meio de representação de classe, associações e outros movimentos cívicos. No caso de incentivo governamental, a medida pode ser positiva desde que o seu propósito seja atender ao maior número de beneficiado nos diferentes níveis de mercado e, ao mesmo tempo, promover desenvolvimento

regional. Por outro lado, as medidas restritivas na legislação e a falta de incentivo do governo podem marginalizar a produção ou provocar o fechamento das unidades produtoras.

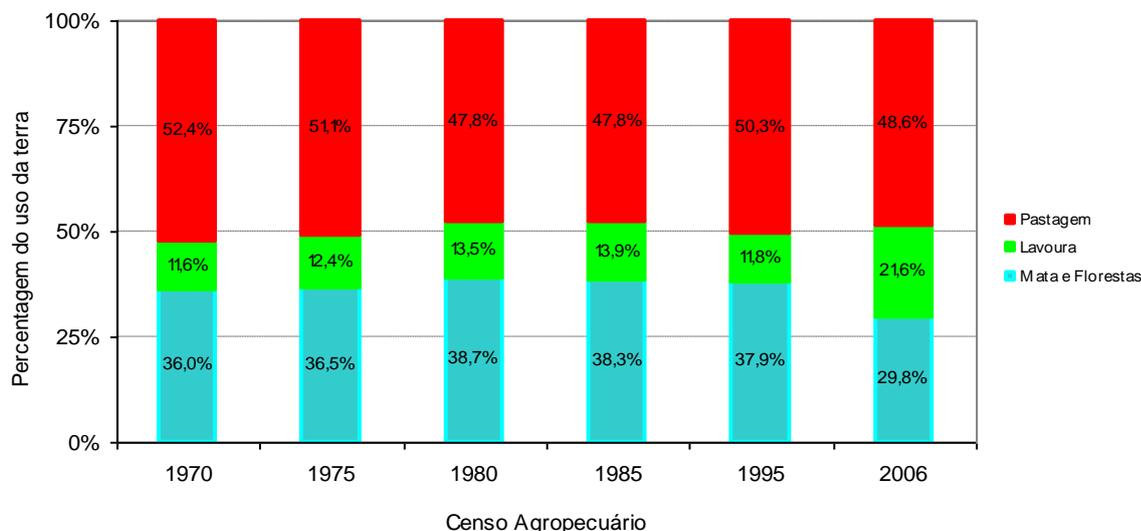
O conjunto total ou parcial desses fatores formata as características das propriedades, as quais modificam o uso do solo e do sistema de produção. Portanto, propriedade rural é uma atividade econômica que emprega e aloca diversos fatores tecnológicos e sociais para transformar a matéria-prima em alimento, respeitando restrições edafoclimáticas, créditos, legislações ambientais e incentivos governamentais.

### **2.1.1 Uso da terra nas propriedades**

A exploração da terra como atividade econômica apresentou mudanças nas últimas décadas. A transformação da área coberta por vegetação nativa em atividade econômica teve início na colonização do Brasil, mas a intensificação do uso da terra ocorreu a partir do governo militar, na década de 70. A colonização do interior do País foi motivada por questão de segurança nacional, com foco no abastecimento de alimento e no impedimento de uma possível invasão do país vizinho.

A política de ocupar o interior do Brasil levou à retirada das matas e das vegetações nativas, que foram substituídas por áreas de pastagem e lavoura. De acordo com levantamento do Censo Agropecuário, realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007), em 1970, a participação da área com a lavoura e pastagem era de 64% e com mata e florestas, de 36%. Além disso, a diminuição da área de mata e vegetação nativa também foi motivada pela exploração indiscriminada da madeira, cujo objetivo era abastecer os setores de construção, móveis e energia (carvão).

Figura 2.1 – Utilização da área agrícola total do Brasil entre 1970 e 2006.



Fonte: IBGE (2007).

A partir de investimentos em pesquisa nas instituições públicas e privadas, foram desenvolvidas técnicas capazes de transformar áreas nativas com pouca fertilidade em campos produtivos. As novas técnicas de cultivo, as variedades adaptadas a condições tropicais e o aumento da demanda mundial por alimento provocaram o avanço na produção agropecuária no interior do Brasil. Em 2006, a participação da área com lavoura foi de 21,6%, com pastagem, de 48,6% e com mata e florestas, de 29,8% (Figura 2.1).

Além disso, instituições de pesquisa geraram o mapa de aptidão agropecuária para cada região do País, facilitando a criação de cinturões ou bolsões de produção de cana-de-açúcar, café, grãos, fibra, pecuária leiteira, citros, hortifrutis, aves, suínos, florestas, etc. Contudo, a organização desses cinturões não ocorreu de forma ordenada e planejada, visto que muitas atividades foram implantadas empiricamente e por insistência do produtor rural, criando um mosaico de atividades em determinada região.

Assim, o modelo de propriedade agrícola para cada região pode conter uma ou mais atividades. A composição das mesmas depende do sistema de produção, da compatibilidade de máquinas, do clima, da infraestrutura e do mercado. O item 2.1.2 descreve a principal atividade e outras paralelas encontradas nas propriedades brasileiras.

### 2.1.2 Sistema de produção

O sistema de produção pode ser entendido, de forma simplificada, como o método pelo qual as organizações transformam o insumo/recurso (*input*) em produto final (*output*), tanto para produto físico (bens) como para serviços (SLACK *et al.*, 2002). Chiavenato (2005) define o sistema de produção como a maneira pela qual a empresa organiza sua equipe e realiza a operação de produção, adotando uma sequência lógica em todo o processo produtivo, desde a compra da matéria-prima até a saída do produto final. Assim, o sistema de produção agropecuária pode utilizar grande parte do conceito aplicado às empresas urbanas, mas com algumas considerações relacionadas às especificidades do setor.

A complexidade do setor agropecuário pode ser retratada pela produção concentrada (sazonalidade de oferta), variabilidade da qualidade do produto e perecibilidade do mesmo. Nesse contexto, há a necessidade de um modelo de gestão para controlar o recurso financeiro, manter a qualidade do produto, garantir a pontualidade de entrega e apresentar um sistema de produção flexível e com baixo custo de produção.

Outros fatores que caracterizam a complexidade do setor agropecuário são a diversificação de produção e a organização. A primeira advém da utilização da terra diante do potencial agrônomico e zootécnico e da restrição ambiental observados em uma determinada propriedade rural. A organização da área é diferenciada pelo nível de capitalização, pelo acesso à terra, à informação, à tecnologia, pelos recursos naturais, pelos incentivos, pelas políticas públicas, pela legislação e pelos serviços de assistência técnica.

No Brasil, as propriedades rurais normalmente contam com mais de um produto, o que reforça a complexidade de gerenciamento. Dessa forma, a combinação e a organização do processo de produção agrícola seguem a ordem sistematizada, que exige conhecimento técnico para que a atividade se torne rentável e a propriedade, sustentável no longo prazo. O Quadro 2.1 mostra a composição das atividades de uma propriedade em função do produto principal.

Quadro 2.1 – Composição das atividades na propriedade rural em função do produto de produção nos principais estados agrícolas do Brasil

UF	Principal produto	Algodão	Soja	Milho	Arroz	Trigo	Cana-de-açúcar	Agropecuária	Outros	Total
MT	Algodão	45,9%	18,9%	1,0%	4,7%	0,0%	0,0%	24,5%	5,0%	100,0%
	Soja	0,1%	95,0%	1,2%	1,3%	0,0%	0,7%	1,4%	0,3%	100,0%
	Milho	0,6%	61,2%	14,3%	3,7%	0,0%	0,4%	8,5%	11,3%	100,0%
	Arroz	0,4%	35,5%	2,3%	41,0%	0,0%	0,2%	11,4%	9,1%	100,0%
	Cana-de-açúcar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	96,2%	2,1%	1,6%	100,0%
GO	Algodão	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
	Soja	0,8%	79,4%	12,7%	0,2%	0,1%	1,1%	3,3%	2,5%	100,0%
	Milho	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
	Arroz	0,8%	9,1%	6,6%	21,6%	0,0%	0,3%	24,3%	37,3%	100,0%
	Cana-de-açúcar	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	96,3%	1,4%	1,3%	100,0%
MS	Algodão	48,9%	9,7%	1,4%	0,1%	0,0%	0,0%	35,5%	4,4%	100,0%
	Soja	0,3%	81,8%	6,6%	0,2%	0,0%	0,4%	8,9%	1,9%	100,0%
	Milho	0,8%	41,6%	28,2%	0,8%	0,0%	0,0%	10,4%	18,2%	100,0%
	Arroz	0,3%	15,0%	3,6%	50,6%	0,0%	0,0%	13,9%	16,5%	100,0%
	Cana-de-açúcar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	97,7%	2,0%	0,3%	100,0%
PR	Algodão	78,7%	4,1%	3,3%	0,2%	0,1%	0,3%	7,6%	5,7%	100,0%
	Soja	0,5%	83,8%	6,1%	0,0%	0,6%	0,3%	4,6%	4,1%	100,0%
	Milho	0,9%	22,0%	46,0%	0,1%	0,2%	0,3%	12,9%	17,6%	100,0%
	Trigo	1,2%	83,2%	5,3%	0,0%	4,0%	0,2%	3,0%	3,1%	100,0%
	Arroz	1,9%	8,8%	22,3%	21,3%	0,1%	0,7%	17,7%	27,4%	100,0%
	Cana-de-açúcar	0,0%	0,8%	0,7%	0,0%	0,0%	93,6%	2,1%	2,8%	100,0%
RS	Soja	0,0%	74,8%	2,6%	1,5%	0,3%	0,2%	14,7%	5,8%	100,0%
	Milho	0,0%	24,5%	16,0%	1,6%	0,1%	0,5%	27,4%	29,9%	100,0%
	Arroz	0,0%	0,9%	0,3%	90,0%	0,0%	0,0%	6,9%	1,9%	100,0%
	Trigo	0,0%	77,7%	3,7%	0,9%	3,6%	0,1%	9,8%	4,3%	100,0%
SP	Cana-de-açúcar	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
	Soja	1,0%	72,4%	8,8%	0,0%	0,0%	7,5%	4,6%	5,6%	100,0%
	Milho	1,1%	22,2%	30,6%	0,1%	0,1%	2,7%	14,1%	29,1%	100,0%
MG	Soja	0,5%	70,3%	14,2%	0,2%	0,1%	0,7%	3,4%	10,6%	100,0%
	Milho	0,4%	5,3%	23,8%	0,5%	0,0%	1,3%	22,3%	46,4%	100,0%
	Arroz	0,2%	1,9%	7,3%	12,8%	0,0%	1,7%	27,8%	48,2%	100,0%
	Trigo	0,0%	15,0%	25,5%	0,0%	22,0%	0,0%	0,1%	37,4%	100,0%
	Cana-de-açúcar	0,0%	0,0%	1,5%	0,2%	0,0%	56,2%	15,3%	26,8%	100,0%
	Café	0,0%	0,2%	4,4%	0,4%	0,0%	0,3%	12,3%	82,4%	100,0%
BA	Soja	0,5%	85,4%	9,9%	0,5%	0,0%	0,0%	1,8%	2,0%	100,0%
	Milho	1,0%	5,8%	15,2%	0,3%	0,0%	0,5%	21,6%	55,6%	100,0%
	Arroz	0,2%	49,4%	11,8%	17,3%	0,0%	0,6%	7,0%	13,7%	100,0%
	Cana-de-açúcar	0,1%	0,0%	0,3%	0,2%	0,0%	75,3%	10,7%	13,5%	100,0%

Fonte: Censo 1995/96 IBGE (2007) – elaborado pelo autor.

S/i = sem informação e n/d= não disponível.

O Quadro 2.1 mostra que as propriedades com foco em soja ou em cana-de-açúcar não costumam diversificar a atividade com outras culturas. Em Mato Grosso, maior estado produtor do Brasil, praticamente toda a área (95%) é destinada ao cultivo da oleaginosa. O mesmo é observado em outros importantes estados produtores do País, como Paraná (onde a soja responde por 83,8% da área total), Goiás (79,4%), Mato Grosso do Sul (81,8%), Rio Grande do Sul (74,8%), Bahia (85,4%), Minas Gerais (70,3%) e São Paulo (72,4%).

O produtor de cana-de-açúcar também costuma concentrar sua produção na gramínea. No estado de São Paulo, principal produtor nacional, os dados não estavam disponível, enquanto no Paraná, chega a 93,6%, em Goiás, a 96,3%, em Mato Grosso do Sul, a 97,7% e no Mato Grosso, a 96,2%.

Já as fazendas produtoras de milho, arroz, algodão e trigo apresentam características mais diversificadas. No caso do milho (verão e safrinha), o agricultor paranaense costuma cultivar 46% da área com o grão, enquanto outros 22% são destinados à soja e 12,9%, à agropecuária. Em Minas Gerais, produtores de milho cultivam 23,8% da área com milho e 22,4%, com agropecuária – o restante é distribuído entre as outras culturas. No Rio Grande do Sul, o percentual no uso da área com milho é de 16%, com soja, de 24,5% e com agropecuária, de 27,4%.

Para o arroz, o Quadro 2.1 mostra que produtores gaúchos destinam 90% da área ao cultivo do cereal e 6,9% à agropecuária. Já os outros estados produtores de arroz destinam menor porcentagem da área para o cereal: em Mato Grosso, a participação é de 41%, em Goiás, de 21,6%, em Mato Grosso do Sul, de 50,6%, no Paraná, de 21,3%, em Minas Gerais, de 12,8% e na Bahia, de 17,3%. Essa diferença se deve aos sistemas distintos de cultivo do arroz, irrigado no Rio Grande do Sul e sequeiro nos demais.

As propriedades de algodão apresentam sistema de produção diferente do empregado nas fazendas de grãos e cana. Os cotonicultores de Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul costumam destinar entre 45% e 50% da área à cultura, cultivando o restante com a atividade agropecuária (bovino de corte), soja, milho, etc.

As propriedades com foco em trigo têm pequena área destinada ao cultivo do cereal, em relação às demais atividades, nos dois principais estados produtores (Paraná e Rio Grande do Sul). O motivo é a baixa competitividade do produto nacional frente ao importado (argentino). No Brasil, o trigo é cultura típica de inverno e sucede a da soja (verão).

Ao diversificar as atividades nas propriedades agrícolas, objetiva-se reduzir o risco da fazenda e racionalizar o uso das máquinas, do solo, equipe de trabalho e despesas

administrativas. O número de atividades na propriedade depende da característica da cultura e das dimensões da área de produção.

As propriedades com foco em soja e em cana-de-açúcar apresentam áreas extensas. No caso da oleaginosa, as fazendas com grande extensão de terra costumam integrar outros elos da cadeia produtiva, como armazenagem, industrialização e comercialização do produto final. Esse mesmo raciocínio é aplicável aos grandes produtores de cana.

Contudo, existem propriedades com menores dimensões que investem nessas duas atividades (soja e cana) e, às vezes, em até em mais, procurando diversificar a produção e reduzir o risco. Para De Zen (2002), entre os mecanismos tradicionais de gerenciamento de risco, a diversificação de atividades é a ferramenta mais utilizada pelos produtores rurais, que, muitas vezes, comprometem a rentabilidade do empreendimento à medida que restringem a plena exploração das vantagens comparativas relacionadas aos recursos disponíveis.

A racionalização dos recursos disponíveis na propriedade é motivada por questões técnicas e econômicas. Produtores diversificam a atividade durante o ano para rotacionar a cultura principal, na tentativa de reduzir danos ocasionados por ataques de pragas e doenças e manter o nível de fertilidade do solo. No aspecto econômico, a diversificação se dá com a finalidade de reduzir o custo do investimento no parque de máquinas, as despesas fixas com a mão de obra, bem como outros gastos administrativos para  $n$  atividades da fazenda.

Assim, administrar uma empresa rural engloba dominar diversas áreas de conhecimento (economia, política, social, meio ambiente, agronomia e gestão). Portanto, a propriedade rural deve apresentar um gerenciamento “impecável”, para administrar o sistema de produção e garantir a sustentabilidade do mercado no longo prazo.

## **2.2 Gestão na propriedade rural ou fazenda**

Neste tópico, são apresentados e discutidos trabalhos relevantes relacionados ao tema de pesquisa. O objetivo é fundamentar os conceitos teóricos da gestão de propriedade e identificar as lacunas existentes nos modelos de gestão de propriedade rural com multinegócio. A revisão foi dividida em seis partes, quais sejam, respectivamente: (1) evolução histórica da gestão de propriedade, (2) conceitos da gestão de propriedade, (3) importância da gestão de propriedade, (4) tipo de propriedade, (5) visão sistêmica dos fatores envolvidos para a gestão de propriedade e (6) ferramentas de gestão de propriedade.

### 2.2.1 Evolução histórica da gestão de propriedade

Nos últimos anos, tem-se ampliado a discussão sobre gestão (*management*) da propriedade rural no Brasil. Nos Estados Unidos, a gestão rural como ciência é discutida desde 1900, embora a adoção como ciência aplicada tenha se dado somente a partir da década de 30.

Para Efferson (1953), um dos primeiros trabalhos sobre gestão rural como ciência foi realizado pelo agrônomo Roberts, da universidade de Cornell, motivado pelo levantamento de patrimônio e pelo estudo de natureza financeira da propriedade rural em 1874. Roberts iniciou, em 1900, o desenvolvimento e o ensino do curso de contabilidade rural na universidade de Cornell. Naquele mesmo ano, pesquisadores de outros estados americanos iniciaram estudos científicos de gestão de propriedade através da escrituração da fazenda em função do aumento do interesse pelo resultado financeiro e a abordagem pelo custo e lucro da propriedade.

As primeiras aplicações práticas do conceito gestão de propriedade foram realizadas em 1902, pelo professor Spillman, do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em português) (THOMSON, 1932; SMITH, 1932 e EFFERSON, 1953). Spillman trabalhou por longo período nos campos da agronomia e do estudo da prática agrícola. Para Smith (1932), Spillman tinha a clara convicção de que o agricultor tinha muito a apreender sobre a agricultura. Assim, o professor começou a reunir grupos de produtores rurais, de diversas regiões dos Estados Unidos, para discutirem práticas agrícolas que melhorassem seu desempenho e, posteriormente, divulgarem os resultados em relatórios.

Paralelamente, o trabalho *Farm Bulletin 370*, intitulado “Replantando a fazenda para o lucro”, publicado por Smith e Frolely, no ano de 1909, contribuiu para que a contabilidade rural e os estudos em economia agrícola ganhassem maior importância no setor agropecuário. Esse trabalho foi, gradativamente, executado no programa de extensão rural, encabeçado pelo professor Spillman (THOMSON, 1932).

A partir do boletim publicado por Smith e Frolely, os fazendeiros puderam conhecer melhor a gestão de propriedade em três partes: a primeira no controle do orçamento para sistema de produção atual e alternativo, em seguida, na escolha e aplicação de processos na fazenda e, por fim, ao separar gastos da fazenda e da casa (BROWN, 1954).

Na Europa, a discussão sobre o papel da gestão de propriedade iniciou na Inglaterra juntamente do processo de modernização da agricultura dos Estados Unidos. Os primeiros

estudos focaram a identificação da viabilidade econômica das atividades agrícolas e das recomendações técnicas propostas aos agricultores (Brossier, 1990 *apud* Lima *et al.* 1995).

A grande ênfase no desenvolvimento do programa de administração rural ocorreu a partir de 1945 (LIMA, 1982; LUNARDI & SANTOS, 2000). Na França, os principais trabalhos sobre gestão ou administração de propriedade começaram após a construção do centro de gestão agrícola. Inicialmente, os estudos se concentravam em técnicas simples de comparação, evoluindo, mais tarde, para a simulação com ênfase no planejamento. Em 1968, a agricultura francesa foi submetida a um regime fiscal especial e, a partir daquele ano, o centro de gestão agrícola passou a assistir o produtor na gestão integral da propriedade, desde o problema técnico-econômico até o de naturezas jurídica e fiscal. Na Inglaterra, o desenvolvimento da gestão de propriedade foi conduzido com a participação conjunta de universidade, centro de pesquisa e extensão rural, cada qual com o seu papel. A universidade ficou responsável pela formação e fundamentação teórica da gestão rural e a pesquisa e a extensão, pela orientação da produção mais econômica (HOLTZ, 1991).

No Brasil, as discussões sobre gestão de propriedade agrícola são recentes, comparando-se aos Estados Unidos. A introdução do tema no País teve grande influência dos norte-americanos, com a primeira experiência de campo ocorrendo no município paulista de Santa Rita do Passa Quatro, em outubro de 1948. Em dezembro do mesmo ano, criou-se a Acar (Associação de Crédito e Assistência Rural de Minas Gerais) por meio de convênio entre o governo de Minas Gerais e a AIA (*American International Association*, em inglês), com objetivo de aumentar a produção, a produtividade e a renda das famílias rurais.

Em 1954, o governo brasileiro criou o ETA (Escritório Técnico de Agricultura), em convênio com o Ponto IV (programa norte-americano de ajuda a países subdesenvolvidos), servindo de inspiração para os estados das regiões Sul e Nordeste do País.

Na região Sul, o Rio Grande do Sul foi o primeiro estado a implantar o ETA – Projeto 11, embrião da futura Ascar (Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural), em 1955. No mesmo ano, introduziu-se o serviço de assistência técnica na região Nordeste por meio da Ancar (Associação Nordestina de Crédito e Assistência Rural), com sede no Recife-PE e atuação nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. O objetivo foi desenvolver a agricultura no aspecto socioeconômico e do bem estar do homem no campo. No ano seguinte (1956), com a mesma proposta, os estados do Paraná e de Santa Catarina implantaram, pelo ETA, o Projeto 15 e o Projeto 17, respectivamente. Como a vigência dos projetos era de quatro anos, foram criadas a

Acarpa (Associação de Crédito e Assistência Rural do Paraná) e a Acaresc (Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina).

Também em 1956, surgiu a Abcar (Associação Brasileira de Crédito e Assistência Rural), tendo como membros fundadores o ETA, o Ministério da Agricultura, a AIA, a Acar, a Ancar, a Confederação Rural Brasileira e a Ascar, que coordenou e estimulou o período áureo da extensão rural no País, em termos de expansão e qualidade. Além disso, o Brasil ingressava na "era do desenvolvimento", impulsionado pelo governo de Juscelino Kubitschek de Oliveira, com a promessa de promover "50 anos de progresso em cinco de governo".

Em 1974, o sistema de extensão rural tomou novo rumo. Extingui-se a Abcar e fundou-se a Embrater (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural). Assim, a Ascar, Ancar, Acaresc, Acarpa, Acar e outras associações de créditos foram substituídas por Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural).

Noronha e Peres (1991) retratam que, na década de 60, houve um grande esforço em levar aos produtores conhecimento de administração rural, mesmo que limitado, por parte de profissionais da área de extensão rural do setor público. Na época, o programa explorava as áreas de método de escrituração agrícola, planejamento de atividades via orçamento e análise de custo e resultado econômico. Para muitos pesquisadores, esse programa atenderia ao sistema de extensão rural em desenvolvimento, pois considerava os lados econômico e agrônomo.

Na sequência, o governo militar introduziu os pacotes tecnológicos por cultura e por criação, os quais vinham com receita pronta. Com isso, o técnico se preocupava somente em operacionalizar a produção no campo para o sucesso da safra. Em caso de insucesso, a responsabilidade era do agricultor e não do pacote tecnológico (LUNARDI & SANTOS, 2000).

Embora o pacote tecnológico represente uma grande contribuição para a revolução verde do Brasil durante as décadas de 60 a 80, criou-se um viés na busca de eficiência agrônoma entre produtores e técnicos. Esse processo visou à eficiência dos recursos a partir do aumento da produtividade, esquecendo-se do seu controle e planejamento sobre as atividades da fazenda. Tal comportamento é observado até hoje, dificultando a implantação da ferramenta gestão de propriedade na fazenda.

Com a redução da oferta de créditos baratos, dos recursos públicos para manter a política de preço mínimo e o forte aumento da inflação, produtores precisaram mudar a forma de administrar sua propriedade.

Para tentar suprir a deficiência de gestão na fazenda, em 1983, uma instituição de extensão rural de Santa Catarina iniciou um projeto piloto baseado na metodologia *Iger* (*Institut de Gestion et d'Economie Rural de France*), desenvolvendo ações em administração, economia e sociologia rural. O trabalho inicial foi introduzir na extensão rural um aconselhamento gerencial e conferir a tecnologia de produção com viabilidade econômica. Os primeiros trabalhos constituíram a partir de alguns produtores típicos da região catarinense, que serviram como referência aos demais produtores locais para transmissão e repasse de conhecimento através de reunião com o grupo de discussão. Atualmente, o grupo de gestão catarinense é composto por mais de 300 agricultores e um programa de *software* para processar as contas gerais, balanço e contabilidade analítica por produto.

A experiência positiva do grupo catarinense está sendo reproduzida em Mato Grosso com sojicultores. Em 2007, a associação dos produtores de soja (Aprosoja) de MT iniciou o projeto referência, selecionando 40 produtores de várias regiões do estado. O trabalho está na fase inicial.

### **2.2.2 Conceito de gestão de propriedade**

As atividades econômicas desenvolvidas em propriedades rurais são tomadoras de preço do mercado na compra dos insumos e na comercialização do produto. Essa condição torna a gestão do negócio agropecuário um desafio em termos de gerenciamento, execução e controle dos processos nos âmbitos agrônomo e econômico.

Nesse contexto, a abordagem do conceito varia conforme a área de conhecimento. Para Kay (1986, p.5), a gestão de propriedade pode ser dividida em duas linhas de pesquisa: administrativa e econômica. Na primeira, a definição mais comum considera gestão como a arte de manejar, conduzir ou supervisionar alguma atividade ou negócio. Já na leitura econômica, define-se gestão como o estudo de alocação de fonte de recurso escasso.

Por outro lado, Hodges (1948), Hopkins (1962) e Mueller (1972) apresentam o conceito de forma mais ampla. Segundo Hodges (1948, p. 184), a gestão de propriedade é o uso coerente de todo o conhecimento da arte, ciência e negócios na administração científica da fazenda ou da propriedade rural, com uma visão capaz de assegurar a maior possibilidade de retorno na receita e satisfação. Para Hopkins (1962, p. 3), a gestão rural, como parte da economia, trata a organização e a operação da atividade agrícola com propósito de obter as maiores utilidades possíveis ao seu operador. Conforme Mueller (1972, p.32), “gestão de

propriedade é a arte ou ciência aplicada na organização e na operacionalização da fazenda de modo que satisfaça o ponto almejado e o objetivo do princípio envolvido”.

Outros textos são mais diretos na definição. Kennedy (1965) e Burton Junior *et al.* (1996) consideram gestão de propriedade uma ferramenta para resolver problemas internos e tomar decisão. Já para Castle *et al.* (1987, p.3), o termo foca a decisão que afeta a rentabilidade do negócio agrícola.

O termo gestão de propriedade rural abrange basicamente os assuntos de “dentro da porteira”. Com a ampliação do conceito para gestão no agronegócio, englobam-se também segmentos de “fora da porteira”. Burton Junior *et al.* (1996) diferenciam a gestão de propriedade rural da gestão do agronegócio. Para os autores, as diferenças estão na estrutura de mercado, na integração de gestão e marketing, no escopo da atividade dos gestores, no sistema contábil e financeiro e no suporte à pesquisa e extensão (Quadro 2.2).

Quadro 2.2 – Diferenças entre gestão agrícola e gestão do agronegócio.

	Gestão de propriedade rural	Gestão do agronegócio
Estrutura de mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Próxima da competição perfeita;</li> <li>- Tomadores de preço;</li> <li>- Não compete com concorrente reduzindo preço para aumentar sua participação no mercado;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oligopólio ou oligopsonia;</li> <li>- Formadores de preços;</li> <li>- Compete com seus concorrentes, ajustando preço para aumentar sua participação de mercado;</li> </ul>
Marketing e gestão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Separação é viável para fazendas que trabalham com <i>commodities</i> e em sistemas de comercialização que não sejam afetados por um agricultor;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Separação é inviável, pois as empresas têm possibilidade de diferenciar o produto. Além disso, a decisão de crescimento no mercado do agronegócio não pode ser separada da produção;</li> </ul>
Escopo da atividade do gerente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplo, envolve áreas de produção, marketing, finanças, operações, contabilidade, pessoal e governo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restrito; o gerente é responsável por toda área, mas a empresa é gerenciada por vários especialistas responsáveis por cada segmento.</li> </ul>
Sistema contábil e análise financeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os agricultores tendem a ter uma menor ou nenhuma contabilidade;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seu profissional gerencia o sistema contábil;</li> </ul>
Apoio à pesquisa e extensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouco recurso empenhado e pouca informação do setor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande quantidade de dados e aplicação de pesquisa.</li> </ul>

Fonte: Burton Junior *et al.* (1996).

Assim, a definição geral de gestão de propriedade refere-se à ciência aplicada às atividades desenvolvidas na fazenda, buscando-se concretizar objetivos organizacionais por meio do capital (terra, mão de obra e recurso financeiro). A sua principal função é fornecer a

melhor informação para planejar, executar e controlar as atividades, em que se assegure a maior rentabilidade, a menor exposição ao risco e a sustentabilidade do negócio no longo prazo.

### **2.2.3 Importância da gestão da propriedade rural**

A importância da gestão da propriedade está na organização das informações da empresa nas áreas técnica e operacional e nos setores econômico e financeiro, que auxiliarão na elaboração do planejamento e na tomada de decisão.

Os primeiros resultados da introdução da gestão na propriedade rural são rapidamente observados no ambiente interno da unidade de negócios. Vale ressaltar, porém, que as informações da propriedade também podem auxiliar na tomada de decisão “fora da porteira”. Para Myers (1953), os dados gerados dentro da propriedade são úteis para estabelecer políticas públicas sob responsabilidade do governo e/ou dos agentes não fazendeiros.

Assim, a organização das informações internas da propriedade rural motiva a eficiência operacional na fazenda, além de fortalecer o setor primário da economia de um país. Contudo, a implantação e a geração do conhecimento da gestão de propriedade não apresentam somente benefícios, mas, também, algumas restrições. Logo, o conhecimento da gestão de propriedade deve ser discutido entre os agentes inter-relacionados na cadeia produtiva. Myers (1953) discute algumas vantagens e desvantagens do conhecimento da gestão da propriedade nas visões do produtor, do público e do economista agrícola.

- a) Os produtores observam melhoria na organização do negócio e, conseqüentemente, no ganho, obtêm de informações consistentes para projetar estimativas com valor substancial e conseguem responder melhor aos dados da fazenda. Por outro lado, podem ter reações de insatisfação, perdendo detalhes da atividade quando não são envolvidos e perdendo tempo no cálculo ou quando entram em contradição, além de, muitas vezes, perguntarem sem ter resposta para práticas novas.
- b) O público procura contribuir para a gestão da propriedade com aumento de crédito diante do interesse de aumentar a produtividade e a eficiência da agricultura. Contudo, pode ocorrer falta de comunicação entre fazendeiro e não

fazendeiro sobre eficiência na agricultura no momento em que o público a associa à maior oferta de alimento, o que pioraria a situação do produtor;

- c) Os economistas agrícolas conseguem reunir fatos, analisam evidências e meios alternativos de ação. Essas informações são úteis para o governo e o público não fazendeiro, na tomada de decisão, além disso, protegem o ambiente de produtores e técnicos envolvidos para a realização do melhor trabalho. Porém, os técnicos podem perder o objetivo real da gestão de propriedade ao focarem as fazendas organizadas e eficientes, esquecendo-se das demais.

#### 2.2.4 Tipo de gestão de propriedade

A gestão de propriedade varia de um empreendimento para outro, conforme seu tamanho, seleção de produto e segmento de atuação. A classificação do tipo de gestão de cada propriedade suscita discussões intermináveis no Brasil. Mas, para Trick (1937), o tipo de gestão pode ser classificado em três categorias: individual, profissional e institucional.

- a) **Individual:** refere-se à gestão familiar, que tem combinação peculiar dos gastos domésticos com a atividade de negócio;
- b) **Profissional:** a gestão tem auxílio de um profissional da área para gerenciar a atividade, mas a coordenação geral é centralizada ao proprietário, sem transição de poder; e
- c) **Institucional:** assemelha-se à gestão profissional, mas o poder é transitório. Nesse caso são exigidos do profissional os fundamentos básicos de gestão e a capacidade de se criar plano para gerenciar e controlar grande número de famílias.

Recentemente, Nantes e Scarpelli (2008) caracterizam os empreendimentos rurais em: rural tradicional, rural em transição e rural moderno.

- a) **Rural tradicional:** trata-se de empreendimento rudimentar com estrutura organizacional familiar. As decisões são estritamente empíricas sujeitas a um alto grau de incerteza. Nesses empreendimentos, a flexibilidade na escolha de produção é restrita, pois, em geral, é definida com base no histórico familiar e regional. O desempenho inferior diante dos demais concorrentes do mercado

decorre da má ou baixa aplicação da tecnologia disponível, seja por falta de capital ou por ausência de conhecimento.

- b) **Rural em transição:** refere-se ao empreendimento com presenças algumas técnicas de produção e de administração, buscando torná-lo permanentemente competitiva no mercado. Dentre as medidas exigências para permanecer no mercado são menores custos, diversidade, regularidade de entrega e maior qualidade do produto. Mas, além dessas exigências, para alguns casos, torna-se fundamental a escala de produção. O empreendimento deve entender que não é uma unidade independente, mas que ele está coordenado com os demais segmentos da cadeia produtiva.
- c) **Rural moderno:** entende-se como produtor que superou a etapa de transição, sendo coordenado com o mercado consumidor e suficientemente flexível para ajustar às novas demandas. Esse empreendimento apresenta equilíbrio entre os aspectos de capacitação gerencial, adequação tecnológica e desempenho econômico.

A classificação proposta por Trick (1937) e Nantes e Scarpelli (2008) orientam os gestores a ordenarem o tipo de gestão praticada na propriedade. A característica comum entre as categorias é o fato de serem tomadoras de preços, independente do tamanho das propriedades rurais e do nível de integração vertical em que se encontram. Assim, a sobrevivência desses agentes se dará pelo nível de organização das propriedades.

O processo de tomada de decisão do produtor não deve se resumir aos problemas microeconômicos da propriedade. É necessário que sejam contempladas áreas de conhecimento fora da porteira, como a política de governo, o comportamento do consumidor, crescimento das economias nacional e internacional, acordos internacionais, barreiras técnicas, aumento da população, logística e infraestrutura e disponibilidade dos recursos naturais.

### 2.2.5 Visão sistêmica dos fatores envolvidos na gestão de propriedade

As primeiras abordagens teóricas sobre os fatores envolvidos na gestão de propriedade foram sistematizadas na década de 30, após longo período de discussão entre economistas, administradores de empresas e extensionistas rurais.

Foster *apud* Young (1936) foi um dos primeiros pesquisadores a organizar a visão sistêmica de gestão de propriedade, considerando o fator econômico como principal segmento de influência na tomada de decisão da organização. Esse pensamento predominou entre as décadas de 30 e 50. Morse (1949) também considerava o fator econômico a principal ferramenta na gestão de propriedade.

Entre os pontos específicos e oportunos para produtores e gestores de propriedades projetarem operações de longo prazo estão a tendência do crescimento da produção e comércio da indústria não agrícola, o aumento da população nacional e mundial, a capacidade produtiva da fazenda, empréstimos, alto ponto de equilíbrio do custo em relação ao preço do produto no mercado, produção agrícola flexível, aumento da especialização e controle do preço e da produção pelo governo.

Numa visão holística sobre a atividade agropecuária, observam-se novos fatores exógenos que influenciam a gestão de propriedade rural – esses aspectos foram englobados no ambiente de gestão de propriedade com a liberalização do comércio e a aceleração do tempo nos negócios e nas atividades. Tais elementos interagem de maneira complexa nos diversos níveis e agentes da economia, podendo ser ou não controlados pelo produtor rural.

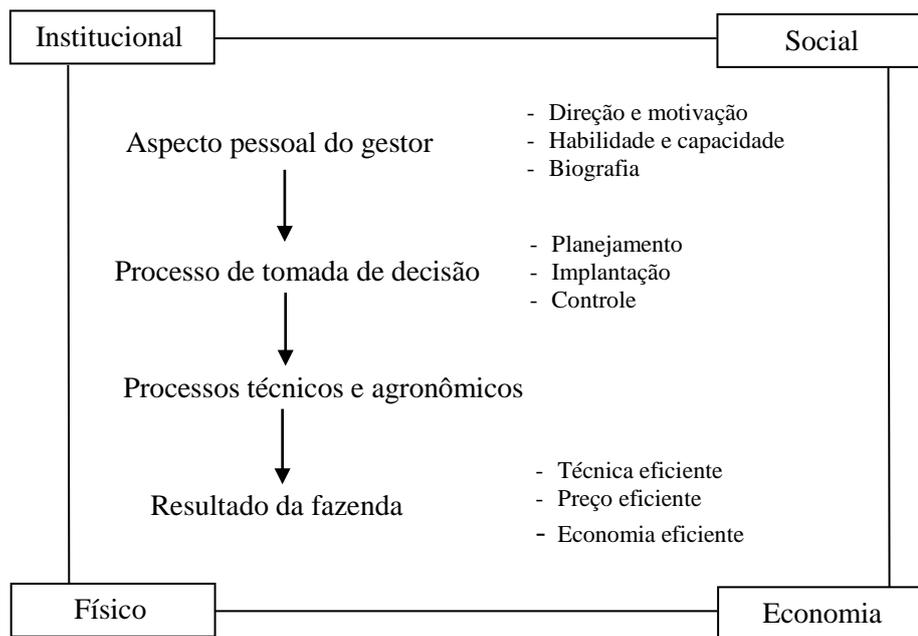
Rougoor *et al.* (1998) estruturaram o ambiente de gestão de propriedade rural a partir de quatro fatores capazes de gerar risco e incerteza na tomada de decisão: institucional, social, físico e econômico. O primeiro (institucional) refere-se ao órgão regulador sobre o uso da terra, água e poluição do ar. O aspecto social envolve a família do proprietário, funcionários e comunidade local. O físico inclui o nível tecnológico, clima e infraestrutura, e o fator econômico compreende determinação e formação de preço do insumo e produto.

Para Rougoor *et al.* (1998), esses quatro fatores externos influenciam as decisões internas sobre o aspecto pessoal do gestor, os processos de tomada de decisão técnica e agrônômica e o resultado da fazenda (Figura 2.2).

O aspecto pessoal do gestor é subdividido em três tópicos: direção e motivação, habilidade e capacidade, e biografia. A característica pessoal e a habilidade são componentes importantes para se identificar a capacidade de gestão. Para a tomada de decisão, divide-se o

processo em planejamento, implantação e controle. Além disso, os processos técnicos e agronômicos concernem aos conhecimentos agronômicos, para se obter o melhor resultado à propriedade, que, por sua vez, motivará resultados eficientes na técnica, no preço e na economia.

Figura 2.2 – Relação do ambiente, processo de tomada de decisão, processos técnico e agronômico e resultado da propriedade rural.



Fonte: Rougoor *et al.* (1998).

Romeiro (2002) e Vilckas (2004) estruturaram a visão sistêmica de uma propriedade rural com base na tipologia do ambiente proposta por Muniz (2001, p.147). Em linha gerais, os autores consideram que essa visão sistêmica da propriedade rural auxiliam na análise da complexidade que ela está inserida, identificando os elementos, seus relacionamentos e a influencia que sobre do ambiente. Assim, sugere-se que o produtor condicione sua maneira de enxergar a propriedade rural como um sistema composto de quatro elementos: entrada, processo, saídas e *feedback*. O sentido do fluxo do processo de produção segue o sentido horário, iniciando no elemento entrada, passando por transformação, saída e, por fim, *feedback*.

- Elemento entrada: ela agrupa os insumos, recursos naturais (terra, água, etc.), recursos financeiros, recursos tecnológicos e infraestrutura, informações de mercado (oferta, demanda) e serviço de apoio (assistência técnica);

- Elemento transformação: esse estágio consiste na utilização de recursos e fatores de produção para transformar em produto final (resultado); e
- Elemento saída: trata-se do resultado do sistema em produto físico a ser comercializado, desempenho financeiro e informações e conhecimento gerado.
- *Feedback*: refere-se a relação entre elemento saída e entrada, em que a informação final é comparada com a entrada. Esse retorno da informação permite adequação e melhoria do sistema.

Os quatro elementos sofrem influências do ambiente interno e externo. O ambiente interno é composto pelos recursos naturais, humanos, financeiros e tecnológico e estrutural (infraestrutura). O ambiente externo subdivide em tarefas e geral, o primeiro é composto por clientes, fornecedores, concorrentes e outros reguladores. O ambiente geral engloba fator tecnologia, ecologia, social, legal, demográfico, econômico e político.

A visão sistêmica no ambiente de gestão de propriedade também é observada por Lourenzani e Sousa Filho (2005, p.74), que estruturaram a complexidade do funcionamento de um empreendimento rural no Brasil. No âmbito da unidade produtiva, os autores consideram seis fatores externos determinantes à tomada de decisão: as instituições, as políticas, os mercados, os recursos, as tecnologias e as informações. Internamente, os aspectos que influenciam a função de gestão são os recursos naturais, financeiros e humanos, a estrutura física e a área social.

### **2.2.6 Estrutura da função de gestão da propriedade rural**

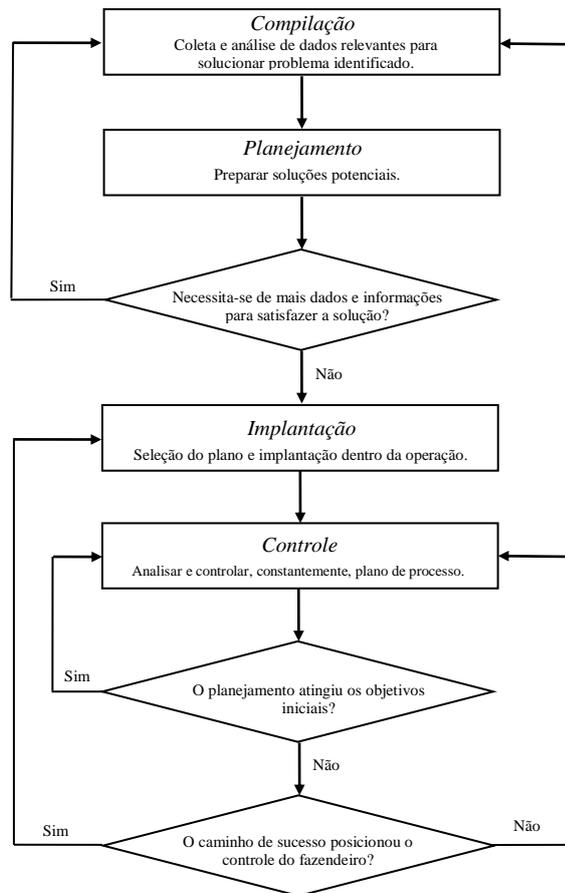
No início, a função de gestão de propriedade rural apresentava uma estrutura bastante simples e, no decorrer dos anos, foi agregando novas áreas de conhecimento. Para Foster *apud* Young (1936), a gestão de propriedade divide-se em duas partes: a da organização e a da gestão. Na organização, o gestor deve procurar resolver problemas de escolha e combinação de atividades. Na gestão, o desafio consiste em solucionar assuntos relacionados à aquisição de terra, escolha da principal cultura, contratos, crédito, mão de obra e práticas operacionais.

Kennedy (1965) amplia a função de gestão de propriedade, dividindo-a em três áreas: produção e organização, setor administrativo e mercado. A primeira deve responder “como”,

“o que”, “a escala de produção” e “os equipamentos” envolvidos nas questões de uso da terra, escolha do produto a ser produzido, escala de produção e tipos de máquinas e equipamentos. O aspecto administrativo envolve assuntos de aquisição de crédito e capital, supervisão de trabalho, tempo de execução da tarefa, sistema de produção, análise de produção e de desempenho e contabilidade. Por fim, o mercado refere-se ao momento e quantidade de compra de insumos, equipamentos e máquinas e à comercialização da produção.

Barnard e Nix (1973) estruturam a função de gestão de uma fazenda em quatro estágios: compilação, planejamento, implantação e controle. No primeiro estágio, reconhece-se o problema e reúnem-se as informações necessárias para solucioná-lo. O planejamento é a etapa em que se formula a resposta para o problema em questão, fazendo uso dos dados compilados. Em muitos casos, porém, as informações obtidas não são suficientes, de modo que o gestor acaba tendo que buscar mais dados. No estágio da implantação, selecionam-se números de plano de soluções, os quais satisfazem o objetivo do planejamento, colocando a gestão da propriedade em prática. Por fim, o controle, que não implica somente no exame cuidadoso do processo de mudança da fazenda, mas, também, na checagem regular de todo o sistema, mesmo para as operações consolidadas por vários anos (Figura 2.3).

Figura 2.3 – Estágio da função de gestão de uma propriedade rural.



Fonte: Barnard e Nix (1973).

Harling e Quail (1990) desenvolveram um modelo geral simplificado para gestão de propriedade rural contendo cinco elementos: estratégia, ambiente, recursos, gestão de preferência e organização.

Já para Olson (2005), esse tipo de gestão é composto por quatro funções: planejamento, organização, direção e controle. A primeira compreende a determinação do plano estratégico e do plano de ação do negócio. A segunda envolve a aquisição e organização da terra, máquinas, criação, capital e gestão de recursos. Nessa etapa, definem-se os responsáveis de determinado negócio, para que se saiba a quem se reportar em cada situação. A direção engloba atividade física, cronograma e mercado, seleção e contratação de mão de obra. O controle, por sua vez, consiste em comparar o resultado de implantação do plano escolhido dentro do objetivo da empresa, tomando, se necessário, ação corretiva.

## 2.3 Gerenciamento das informações

Este tópico foi dividido em duas partes. A primeira descreve e discute a importância e os benefícios da utilização de programas de computador na gestão de propriedade rural. A segunda aponta os principais programas, de gerenciamento de propriedade rural, comercializados no Brasil.

### 2.3.1 Programa de software agrícola para gestão

O gerenciamento da informação e as interpretações dos indicadores técnicos, econômicos e financeiros são essenciais para a tomada de decisão no processo produtivo e implantação de novos projetos. Os programas de *software* permitem ao produtor agilizar essa decisão, com o resultado desse trabalho contínuo traduzindo-se em vantagens competitivas à empresa, em relação aos concorrentes, no processo produtivo, nos resultados econômicos e financeiros e, principalmente, na sustentabilidade da atividade no longo prazo.

Entre os principais benefícios do uso do programa de gestão de propriedade citam-se:

- Controle dos estoques (matéria-prima e produtos) e processo de produção;
- Sistematização e controle das atividades da propriedade agrícola;
- Melhor aproveitamento de materiais e de pessoal;
- Controle dos fatores de produção consumidos na propriedade, como: fertilizantes, rações, diesel, etc.;
- Avaliação do fluxo de caixa e circulação do capital de giro;
- Racionalização dos recursos financeiros; e
- Dimensionamento de construções e estruturas rurais.

A escolha do programa de *software* não é uma tarefa simples, devendo ser consideradas questões como: a finalidade a qual se destina o *software* (contabilidade, controle de estoques, de atividades ou de rebanhos, planejamentos, entre outros) e a existência de assistência técnica, facilidade de operação, atualização, sistema na entrada de dados e treinamento aos usuários.

### 2.3.2 Programas de softwares de gerenciamento agrícola disponíveis no Brasil

No mercado brasileiro, há diversos sistemas de coleta e armazenamento da informação agropecuária, mesmo com certa resistência do produtor em aderir a essa nova ferramenta tecnológica. Segundo levantamento da Embrapa (2009) há, pelo menos, 180 empresas ofertantes de *software* para o agronegócio e, dessas, 124 são responsáveis por 405 *softwares* declarados na pesquisa. Na categoria administração e gerenciamento, a pesquisa classificou 363 *softwares*, com aplicação predominante em administração rural, gerenciamento de insumo, comercialização, base de dados, contabilidade, gerenciamento e manutenção de máquinas e gerenciamento de pessoa.

Para entender melhor essa vasta quantidade de *software* disponível no mercado, buscou-se na *internet* algumas empresas que oferecem o *software* de gerenciamento agrícola como um novo instrumento administrativo. A seguir, são descritas as principais características de nove programas de *software* direcionados à gestão agrícola disponíveis na página comercial eletrônica das empresas pesquisadas.

**Prorural:** Este programa de gestão agrícola e pecuária é voltado para o gerenciamento de diversas propriedades, no controle da produtividade das lavouras e do rebanho animal, bem como no monitoramento das pragas, do clima e da cotação dos produtos e taxa de câmbio. Além disso, proporciona ao usuário o controle das despesas da propriedade, das atividades da propriedade discriminada por talhão e/ou por cultura. Outras utilidades do programa são o gerenciamento dos estoques de insumos e produtos, a manutenção das máquinas e dos implementos, recebimento e conta a pagar e o recurso humano da propriedade. O relatório para avaliação dos dados da propriedade permite avaliar o desempenho da cultura por talhão, por safra e a propriedade toda.

**Agris:** O software Agris – gestão agrícola e agronegócios – proporciona um controle dos custos envolvidos na atividade agrícola de qualquer cultura. O programa é uma ferramenta destinada para auxiliar no planejamento e execução da safra, controlar o patrimônio, determinar o custo da atividade, controlar o custo e a utilização das máquinas e dos equipamentos e as suas manutenções. Além disso, serve como uma base de dados importante para a tomada de decisão, tendo em vista que todas as informações relativas às safras – custos de produção, cronograma de plantio e colheita, previsto e realizado de plantio, colheita e

custos com serviços e produtos, condições climáticas, entre outros – estão disponíveis em relatórios.

**SoftAgro (Sistemas de Gestão Agrícola Ltda):** As capacidades desempenhadas pelo Softagro destacam a quantidade de cadastro de pessoas e propriedades. O programa permite cadastrar informações por talhão de cada propriedade. Além disso, possibilita o controle de todos os custos envolvidos na produção, de formas direta e indireta. Sua estrutura permite desempenhar uma análise de custos por produtor, fazenda, talhão, cultura e safra, bem como o detalhamento de cada atividade de máquinas, mão de obra e materiais consumidos. O programa gerencia o controle dos estoques, o recebimento dos produtos e seu consumo, tanto na produção quanto nas manutenções, tem um controle financeiro integrado ao sistema, contas a pagar, contas a receber, controle bancário e caixa. Possibilita a simulação e projeção de diversos cenários de custos e receitas através de orçamentos de produção baseados em uma estrutura de centros de custos.

**Agrisoft:** O *software* ADM-agrícola 7.5, desenvolvido pela Agrisoft, gerencia diversos tipos de cultura anuais, semiperenes (cana-de-açúcar) e frutíferas. O programa está estruturado em quatro subgrupos, os quais gerenciam os setores operacionais da propriedade, financeiro, de inventário e controle, e de planejamento. Os dados registrados, por sua vez, podem ser avaliados em cinco módulos de relatórios: de planejamento, controles diários, operacional, estoque e financeiros. A estrutura do *software* permite desempenhar uma análise de custos por produtor, fazenda, talhão, cultura e safra, bem como o detalhamento de cada atividade de máquinas, mão de obra e materiais consumidos. O programa permite realizar simulação e planejamento da produção para os diversos cenários.

**Admrural:** Entre as capacidades desempenhadas pelo Admrural destaca-se o cadastro de diferentes pessoas e propriedades e de atividades agrícola, pecuária e agroindústria. Além disso, existe a possibilidade de se controlar todos os custos envolvidos na produção direta e indireta. A estrutura do programa permite uma análise de custos por produtor, fazenda, talhão, cultura e safra, bem como o detalhamento (usos e operações) de cada atividade de máquinas e dos implementos, mão de obra e materiais consumidos. O programa também gerencia o controle dos estoques, o recebimento dos produtos e seu consumo, tanto na produção quanto nas manutenções. Para projetar os diversos cenários de custos e receitas, o *software* utiliza

orçamentos de produção baseados em uma estrutura de centros de custos. Na parte contábil, o programa integra contas a pagar e a receber, controle bancário e caixa.

**Prodap:** O programa destaca-se pela capacidade de cadastrar diferentes atividades das propriedades rurais especializadas em ovinocultura ou pecuária de corte e leiteira. O sistema permite o controle dos custos envolvidos na produção direta e indireta, visto que está estruturado para gerenciar os setores operacional, financeiro, contábil, bem como o patrimônio, estoques e planejamento da propriedade. Os dados obtidos podem ser avaliados a partir de relatórios e parâmetros de desempenho da atividade.

**Agro Viasoft:** O programa oferece as ferramentas operacionais e gerenciais nas áreas de produção, venda, compra e estoques. A estrutura do *software* gera relatório para análise de custos, avaliação de usos das operações de cada máquina e dos implementos, da mão de obra e dos materiais consumidos por cultura e/ou por atividade e/ou por talhão. O programa também gerencia os estoques, os romaneios<sup>1</sup>, o recebimento dos produtos e seu consumo, tanto na produção quanto nas manutenções. Para projetar os diversos cenários de custos e receitas, o programa utiliza a ferramenta de simulação.

**Bonanza:** O programa permite o cadastro de diversas atividades desenvolvidas na propriedade rural, tanto para agricultura como para pecuária. A estrutura do *software* possibilita a análise de custos por talhão e cultura, bem como o detalhamento (usos e operações) de cada atividade das máquinas e implementos, mão de obra e materiais consumidos. O programa gerencia, ainda, o controle dos estoques, o recebimento dos produtos e seu consumo, tanto na produção quanto nas manutenções. Os relatórios permitem que sejam avaliados os gastos da propriedade, custo de produção, rentabilidade, lucro, custo de oportunidade, depreciações de equipamentos, quantidade produzida por atividade, acompanhamento mensal do fluxo de caixa, controle de compras feitas com cada fornecedor e vendas realizadas com clientes. Para projetar os diversos cenários de custos e receitas, o programa utiliza a simulação.

---

<sup>1</sup> Termo que designa o carregamento de mercadorias a serem entregues em uma determinada rota, a um ou mais receptores (clientes), dentro ou fora da cidade em que estão estabelecidas. Nesse procedimento, é gerado um documento em que constam todos os produtos com seus dados respectivos, tais como quantidade, preço e peso.

**Contagri:** Programa capaz de avaliar a gestão de propriedade agrícola diversificada através do método contábil. O sistema possibilita a análise detalhada de produção em conjunto com uma análise global. Fornece relatório detalhado, contendo índice e coeficientes de desempenho técnico e econômico-financeiro. Entretanto, o programa não realiza planejamento e controle financeiro.

Entre os *softwares* analisados, a empresa Agrisoft é a única que oferece o serviço de planejamento rural, sendo este subdividido em seis partes: programação de insumos, lançamentos, planejamento anual, simulação, gerenciador de tarefas e anotação de campo. A programação de insumo trata-se da principal fonte de entrada de dados. É por meio dela que se determina a quantidade de produto a ser adquirida pela fazenda na safra referenciada. O lançamento trata-se de uma etapa contábil que controla a entrada e a saída de recurso para uma determinada data e atividade da fazenda.

No planejamento anual, programa-se a tarefa a ser realizada numa determinada data para cada atividade da fazenda. A simulação mantém a situação da fazenda *ceteris paribus* e trabalha com diferentes cenários no manejo da cultura na safra, modificando coeficiente, preços e atividades.

O gerenciador de tarefa controla a atividade, o responsável e o período em que a mesma foi realizada na fazenda. E, por fim, a anotação de campo é o documento que deve ser preenchido pelos usuários da fazenda nos diferentes níveis da organização.

Os demais softwares não apresentam a ferramenta de planejamento agrícola e, basicamente, gerenciam custo e controlam as atividades da fazenda. Além disso, a avaliação de desempenho da propriedade é feita por talhão, por hectare e cultura, podendo simplificar demasiadamente os indicadores para a tomada de decisão. Somado a esse problema, nenhum programa inclui na análise de desempenho o risco envolvido na atividade, aumentando ainda mais a probabilidade de erro.

Quadro 2.3 – Principais características dos *softwares* disponíveis para desempenhar a gestão agrícola no Brasil.

Programa	Tipo de controle	Controle de custo	Tipo de custo	Simulação	Controle de estoque	Financeiro	Planejamento	Mercado futuro
Prorural	- Talhões - Safra - Cultura	Recebe rateio do custo administrativo por área e por movimento financeiro	Centro de custo	Não	Sim	- Conta a receber e pagar - Controle bancário e caixa	Não	Não
Softagro	- Talhões - Safra - Cultura	Direto e indireto	Centro de custo	Sim	Sim	- Controle de financeiro integrado - Conta a receber e pagar - Controle bancário e caixa	Não	Não
Agrisoft	- Talhões - Safra - Cultura	Apropriação da despesa e receita indireta nas lavouras por rateio financeiro	Centro de custo	Sim	Sim	- Controle de financeiro integrado - Conta a receber e pagar; - Controle bancário e caixa	Sim	Não
Admrural	- Talhões - Safra - Cultura	Recebe rateio do custo administrativo por área e por movimento financeiro	Centro de custo por departamento	Não	Sim	- Conta a receber e pagar - Controle bancário e caixa	Não	Não
Agro Viasoft	- Talha - Safra - Cultura	Direto e indireto	Centro de custo	Sim	Sim	- Controle de financeiro integrado - Conta a receber e pagar - Controle bancário e caixa	Não	Não
Bonanza	- Talha - Safra - Cultura	Direto e indireto	Centro de custo	Sim	Sim	- Conta a receber e pagar - Controle bancário e caixa	Não	Não
Prodap	- Talhões - Safra - Cultura	Apropriação da despesa e receita indireta nas lavouras por rateio financeiro	Centro de custo	Sim	Sim	- Controle de financeiro integrado - Conta a receber e pagar; - Controle bancário e caixa	Não	Sim
Contagri	- Talhões - Safra - Cultura	Sistema contábil	Contábil	Não	Não	- Não se aplica	Não	Não

Fonte: Dados de pesquisa.

O número de produtores que utilizam programas de *software* para planejamento ainda é incipiente. Segundo Mueller (1972), a baixa expansão do sistema computacional nesse tipo de gestão decorre, principalmente, da dificuldade de especificação. Os problemas de um produtor não são facilmente agrupados em modelo de programação geral. Assim, a solução de um problema individual demanda a contratação de um profissional para desenvolver modelo específico.

Os pequenos produtores costumam ser bastante resistentes à adoção de novas tecnologias, incluindo as de gestão. Dalmazo e Albertoni (1991) observam que a maioria dos produtores típicos do oeste de Santa Catarina (70%) planeja a produção da lavoura da propriedade utilizando sua experiência e fazendo “conta de cabeça”.

Em sua pesquisa, Queiroz (2004) identificou os principais fatores dessa resistência de produtores em realizar a coleta e o registro das atividades na propriedade. As respostas mais frequentes foram, nesta ordem, “falta de tempo”, “não acha importante”, “falta de hábito” e “tem dificuldade ou acha complexo”. Para produtores de hortaliças, o meio utilizado para o registro das informações da atividade é o papel em detrimento da planilha eletrônica. Nos casos mais extremos, o produtor utiliza a memória. Tal comportamento é atribuído à baixa escolaridade, à falta de computador e ao fato de membros da família ou funcionários relacionados à atividade não saberem utilizar a tecnologia.

De forma geral, o número reduzido de produtores rurais com *softwares* agrícolas para organizar a propriedade se deve a quatro razões. A primeira consiste no despreparo do usuário, o segundo, na sistemática de entrada de dados, em que é necessário haver uma linguagem simplificada (*user friendly*) para o produtor rural. A terceira compreende o desgaste do usuário na alimentação de tarefas simples em rotinas complexas e tediosas. E, por último, o fato de o preço do programa comercial ser elevado para pequenos produtores.

Para a Embrapa (2009), quase metade das empresas rurais (49,4%) indica falta de preparo dos clientes para receber a tecnologia desenvolvida. Na sequência, com 35,5%, a baixa adesão ao uso de *software* no meio rural é justificada por fatores econômicos locais ou nacionais. A falta de qualificação de mão-de-obra vem em terceiro lugar, com 32,3%. O despreparo da empresa para o crescimento aparece com 17,7% e a concorrência desleal, com 15,3%.

## 2.4 Planejamento agrícola

Este tópico divide-se em quatro partes: (1) definição e visão geral de planejamento, (2) principais trabalhos na área de pesquisa de planejamento agrícola, (3) princípios básicos de planejamento rural e (4) tipo de planejamento.

### 2.4.1 Definição e visão geral de planejamento

A elaboração do planejamento de safra suscita muitas dúvidas ao produtor. As mais frequentes estão relacionadas à combinação das atividades – quais serão mantidas e quais, substituídas –, à ampliação da produção ou da área, à aquisição ou aluguel de uma máquina, entre outras. Além disso, fatores como clima, recursos naturais, sazonalidade de mercado, perecibilidade do produto, ciclo da cultura ou animal e nível de esclarecimento e perfil do produtor também influenciam a elaboração do planejamento.

O planejamento de uma unidade de produção agrícola envolve fundamentos de diversas áreas. Efferson (1953), Burkett (1953), Barnard e Six (1973), Tung (1990) e Scarpelli (2008) fundamentam o planejamento agrícola com conceitos da economia (microeconomia). Já Ackoff (1979), Miller *et al.* (1998) e Olson (2005) associam-no aos princípios de administração de empresas. Porém, todos convergem para o mesmo objetivo, o de organizar informações para a tomada de decisão.

Na visão econômica, Burkett (1950) considera que o planejamento agrícola deve ser usado para compreender parte de qualquer projeto através da maximização de renda líquida de uma fazenda individual.

De acordo com Barnard e Six (1973), no curto prazo, o planejamento agrícola do produtor visa maximizar o lucro, em outras palavras seria que ele assumisse o objetivo de obter lucro ótimo do produto selecionado sobre qualquer outro e possíveis caminhos lucrativos alternativos pesquisados.

Na definição mais geral, planejamento é:

(...) o processo sistemático que envolve contínua avaliação de alternativa e tomada de decisão inter-relacionada, antes que a ação se faça, em um momento que se acredita que uma futura situação desejável provavelmente não ocorrerá, a menos que alguma coisa seja feito e que, sendo tomada providência adequada, a probabilidade de um resultado favorável pode ser aumentada (ACKOFF, 1979).

Tung (1990) define o planejamento agrícola fundamentalmente na alocação de recursos escassos para atingir determinado objetivos.

Assim, Burkett (1950) sugere que o planejamento agrícola siga três estágios: (1) escolha da atividade, (2) organização e (3) operacionalização do planejamento. No primeiro, questiona-se “o que produzir”. A teoria básica nessa fazenda individual está na escolha do produto que apresente vantagens comparativas em relação ao escolhido por outra propriedade. Além disso, o produtor deve ter em mente “quais os elementos necessários para atender ao mercado”, “como selecionar as técnicas de produção para suprir à demanda” e “quanto de recurso é necessário”. O segundo, trata-se da organização do planejamento da produção agrícola, que inclui o trabalho de solucionar o problema de construção, máquinas e implementos. Deve-se, ainda, determinar o tamanho da propriedade, os tipos de equipamentos e a mão de obra. Por fim, a operacionalização do planejamento diz respeito à tomada de decisão do produtor para a produção mais rentável.

Barnard e Six (1973) trabalham com três questões básicas a serem respondidas no planejamento agrícola: “o que produzir?”, “como produzir?” e “quanto custa produzir?”. A primeira pergunta refere-se à atividade ou combinação de atividades a ser escolhida. A segunda compreende a combinação de recursos que poderiam ser utilizados para produzir o produto selecionado, e a terceira questão procura identificar o nível de preço que o produto final atingirá após calcular todas as operações da atividade.

Conforme Ackoff (1979), o planejamento deve ser dividido em cinco etapas: (1) fins: especificação dos objetivos e metas, (2) meios: seleção de políticas, programas, procedimentos e práticas pelas quais os objetivos e metas devem ser alcançados, (3) recursos: determina o tipo e quantidade de recursos necessários, como devem ser gerados ou obtidos e como devem ser alocados para as atividades, (4) instrumentos: define o procedimento decisório e modo de organizá-lo para a realização do plano, e (5) controle: refere-se ao procedimento para prevenir ou detectar falhas para evitá-lo permanentemente.

Miller *et al.* (1998) afirma que, no passado, o sucesso da fazenda dependia basicamente da habilidade de administrar eficientemente o desenvolvimento operacional. Entretanto, o processo de globalização do mercado forçou as fazendas a modernizarem a elaboração das estratégias de negócio, associando novos planos com combinações de produto, mercado e estrutura de finanças do negócio.

## **2.4.2 Trabalhos científicos sobre planejamento da propriedade rural**

Na área de conhecimento de planejamento da propriedade rural, existe um vasto número de estudos com a utilização de programação linear, programação linear com inclusão de risco, multiperíodos e outros. Nos itens seguintes são descritos os exemplos de trabalhos que utilizaram essas ferramentas para auxiliar o produtor na tomada de decisão, excluindo-se trabalhos de natureza estocástica e não linear. Essa seção foi dividida em seis partes, o qual o primeira descreve os trabalhos de planejamento agrícola no exterior e na segunda parte tem-se os trabalhos no Brasil. Em seguida, descrevem-se os trabalhos internacionais e nacionais em condição de risco. Na quinta parte, os trabalhos de planejamento agrícola com programação multiperíodo e, por fim, outros tipos de trabalhos de planejamentos agrícolas.

### ***2.4.2.1 Programação Linear (PL) no exterior***

Os primeiros estudos sobre a aplicabilidade teórica da programação linear no planejamento de propriedades rurais foram de Clarke e Simpson (1959) e Candler e Musgrave (1960) e Bishop e Toussaint, citados por Swanson (1961). Esses trabalhos apresentaram um método de planejamento que segue o formato de programação linear. Os autores construíram uma estrutura de orçamento facilmente transformada em um problema passível de ser resolvido por programação linear.

Na gestão de propriedade rural, a programação linear tem sido adotada para otimizar as combinações de atividades, o manejo do solo e as práticas agrícolas, alocando de forma adequada os recursos e minimizando os custos (HEADY, 1954 e McCORKLE JR, 1955). A proposta, que inclui a rotação de culturas no planejamento da propriedade sem risco, foi apresentada por Peterson (1955), Swanson (1956), Faris e McPherson (1957), Gebremeskel e Shumway (1979), Debartin e Pagoulatos (1985), El Nazer e Mc Carl (1986), Jolayemi e Olaomi (1995), Kebede e Gan (1999) e Mohamad e Said (2010). Para melhor compreensão desses trabalhos, abordam-se, nos parágrafos seguintes, os principais pontos observados.

No segmento da pecuária, Faris e McPherson (1957) aplicaram programação linear no planejamento de propriedades da região de Carolina do Norte para ajustar a produção de leite às mudanças técnicas e econômicas. A análise assumiu, para cada propriedade, fatores de restrição de terra, loteamento, mão de obra familiar, investimento do Estado, fundo de capital

disponível, coeficiente técnico de produção, demanda de produto (algodão e tabaco) – perfeitamente elástica<sup>2</sup> a preço específico –, limite de quotas e orçamento. Para a produção de forragem, Gebremeskel e Shumway (1979) desenvolveram modelo de planejamento para a região do Golfo do Texas. A programação linear determinou a qualidade mínima de forragem necessária para produzir carne em cada estação do ano. O modelo contou com o tipo de espécie de forragem, a taxa de adubação e o tamanho do rebanho. O resultado mostrou que o produtor aceita tomar alto risco com o objetivo de atingir alto retorno líquido.

Na produção agrícola, Peterson (1955) propôs um modelo matemático capaz de selecionar a combinação ótima da atividade pecuária e rotação de cultura. Swanson (1956) aplicou a ferramenta de programação linear para o problema de planejamento de uma fazenda localizada em região produtora de milho dos Estados Unidos. O autor apresentou um modelo de programação, comparando-o com outros métodos usuais. Além disso, maximizou o lucro para as diferentes situações de planos de preços, para indicar a sensibilidade dos resultados às mudanças na estrutura de preços. A análise ocorreu em uma fazenda com 200 acres ou 80,94 hectares no meio oeste-americano, considerando oito sistemas de cultivo alternativo, um sistema de corte para combinação de rotação de cultura e um programa de adubação.

El Nazer e Mc Carl (1986) usaram programação linear para elaborar um plano ótimo de rotação de cultura, enquanto Jolayemi e Olaomi (1995) e Mohamad e Said (2010) elaboraram modelo visando a otimizar a combinação de produto. O trabalho de Mohamad e Said (2010), desenvolvido com regiões produtoras da Malásia, maximiza o retorno total acumulado das culturas no horizonte do tempo, respeitando o uso da terra e o fluxo de caixa. O resultado se mostrou satisfatório no período de 12 meses para elevar a renda de produtores locais.

Na mesma linha, mas com foco sobre o uso intensivo de mão de obra, Kebede e Gan (1999) utilizaram o modelo de programação linear para a propriedade representativa de Alabama. O modelo, que procurou encontrar a produção ótima de vegetais, sofreu alteração ao analisar a sensibilidade do resultado para a quantidade, o preço da mão de obra, o custo do capital e o preço do vegetal no mercado. Concluiu-se que, para produzir vegetais com uso intensivo de mão de obra, é preciso levar em conta a oscilação dos custos desse último item.

---

<sup>2</sup> A quantidade de demanda não varia com o preço específico.

Com o desenvolvimento tecnológico, a necessidade de mão de obra diminui, ampliando-se o retorno da propriedade.

Os trabalhos elaborados para planejar a combinação de produção agrícola e pecuária foram estruturados de diferentes maneiras. Debertin e Pagoulatos (1985), por exemplo, propuseram um modelo de gestão estratégica para as culturas de alfafa ou grãos de uma fazenda de 600 acres ou 242,81 hectares, representando propriedade da região Centro-Oeste de Kentucky. O trabalho permitiu avaliar quatro atividades agrícolas, quais sejam: milho, soja, trigo/soja e silagem. Os autores analisaram três estratégias: a) produzir alfafa de altíssima qualidade e vender em larga escala para o setor equino a preço elevado; b) ter a produção de alfafa como atividade principal na receita da fazenda, deixando as melhores áreas e força de trabalho para produzir alfafa de alta qualidade para o rebanho bovino de corte e de leite; e c) produzir alfafa com a mínima quantidade de mão de obra e de implementos para o corte, tendo a atividade como fonte mínima de receita da propriedade. Entre as restrições consideradas no modelo estiveram o uso da terra, a operação mecânica, produção, quantidade de insumos, preços dos produtos, custo dos insumos por unidade de área, custo de produção e disponibilidade de mão de obra, máquinas e armazéns.

Quanto ao planejamento de integração de atividades (lavoura-pecuária), os pesquisadores Morrisson *et al.* (1986) criaram uma modelagem matemática para otimizar a interação entre as diferentes atividades encontradas em toda a fazenda. O modelo proposto procurou dividir a área para a produção agrícola e pecuária na região ocidental da Austrália, considerando a maximização do lucro para as diferentes atividades, como as culturas não irrigadas (sequeiras) e a pecuária. Quanto às restrições, o modelo matemático considerou área total, área da cultura, área de pastagem, interação de atividades, transporte de máquinas, transporte de grãos, transporte de ração, mão de obra e fluxo financeiro.

Outro uso da programação linear no modelo de planejamento agrícola está ligado à minimização de custo. A adoção desse método prevalece nos trabalhos para formulação de ração animal, a exemplo de Swanson (1955), Howard *et al.* (1968), Dean *et al.* (1969), McDonough (1971), Scott Junior e Broadbent (1972), Spahr (1977), Jones *et al.* (1980) e Klein *et al.* (1986), que utilizaram a ferramenta para solucionar a questão de custo mínimo para mistura de ração e dieta. Os desafios se concentraram em escolher a melhor combinação dos ingredientes para compor a ração com máximo de retorno.

Miller e Nauheim (1964) adotaram a teoria de custos mínimos como critério de tomada de decisão para uma fazenda representativa de 1.600 acres ou 647,50 hectares no noroeste do Kansas. Os autores desenvolveram dois modelos de programação linear para essa análise, em que a maximização de lucros procurou determinar o máximo retorno sobre o custo variável da fazenda em questão. O modelo de custo mínimo foi criado a partir do modelo que maximiza lucro, substituindo-se, na função objetivo, os custos de atividade pelo retorno das atividades e adicionando restrição para assegurar que um nível de retorno desejado seja alcançado. O modelo considera oito sistemas de cultivos alternativos: (1) trigo sobre área de pousio, (2) sorgo para consumo interno ou venda, (3) cevada para consumo interno ou venda, (4) engorda de animais de um ano sobre resto de culturas e pastagem de trigo, (5) engorda de animais com um ano de idade alimentado no resto de cultura, pastagem de trigo e pasto natural disponíveis durante verão seguinte, (6) criação de novilha, (7) dois sistemas de criação de leitão e (8) arrendamento de pastagem nativa. Além disso, foram incluídas três restrições: (1) limite de rotação e área de cultivo, (2) limite na força disponível de mão de obra e (3) limite na fonte de receita da atividade.

No caso do planejamento de outras práticas agrícolas, Hanley e Lingard (1987) propuseram uma modelagem matemática para planejar queima de palhada nas propriedades de cereais de 170 hectares localizadas na região ocidental da Inglaterra. O modelo maximizou a margem bruta total das atividades da fazenda, incluindo a eliminação da palha. As atividades consideradas foram trigo de inverno, cevada de inverno, cevada de primavera, canola, batata e “sugar beet” (beterraba para produção de açúcar). As restrições foram terra, máquinas, mão de obra, rotação de cultura, institucional e alinhamento de palha.

Quanto ao aproveitamento dos subprodutos gerados na propriedade, autores como Ashraf e Christensen (1974), Dodd *et al.* (1975) e Cotte *et al.* (1976) propuseram um modelo de programação linear para distribuir o dejetos dos animais nas lavouras. Huang (1979) estruturou modelo matemático com programação linear para estimar a quantidade ótima de dejetos animal para substituir o fertilizante na lavoura. Stonehouse e Narayanan (1984) precificaram o valor do nutriente do dejetos animal em relação ao fertilizante químico, enquanto Keplinger e Hauck (2006) apresentaram modelo de aplicação do dejetos para aumentar a área de distribuição, mantendo sob o controle o problema de excesso de fósforo no solo.

#### 2.4.2.2 Programação Linear (PL) no Brasil

No fim da década de 60, as universidades e centros de pesquisa começaram a trabalhar com computadores, tornando possível o uso do método de programação linear para otimizar o modelo de planejamento de propriedade. Um dos primeiros trabalhos de planejamento rural com programação linear no Brasil foi proposto por Sugai (1967), que desenvolveu modelo de planejamento agrícola com programação linear para selecionar o empreendimento agropecuário capaz de obter o lucro máximo. O autor avaliou 39 processos produtivos, sendo atendidos com 16 recursos restritivos. O resultado do modelo sugere uma alocação de recurso diferente da prática realizada no período pesquisado.

No início da década de 70, Stulp *apud* Cortina (1992) estruturou uma empresa rural em relação aos fatores capital, trabalho e terra, para determinar a existência de cada recurso. O autor utilizou o método de orçamento parcial e estabeleceu a forma de produção do empreendimento. Em seguida, selecionou as principais atividades desenvolvidas na empresa rural, que, mais tarde, serviram de base ao planejamento geral. Com a informação da margem bruta de cada atividade, estabeleceu-se o plano ótimo de exploração, ou seja, a melhor combinação de atividades, que resultou na máxima renda.

Lima (1988) buscou obter um plano de corte economicamente ótimo para florestas de eucaliptos. O objetivo do modelo desenvolvido foi maximizar o retorno sobre os investimentos, calculando-se o Valor Líquido Presente de todas as alternativas de manejo. Foram analisados quatro diferentes cenários de planejamento dos pontos de vista econômico e operacional, levando em conta: 1) oscilação livre da produção anual; 2) suprimento anual de madeira para celulose superior ao limite de 40.000 m<sup>3</sup>/ano; 3) suprimento anual de madeira para celulose inferior ao limite máximo de 100.000 m<sup>3</sup>/ano; e 4) suprimento anual de madeira para celulose restrita a intervalos. Os resultados mostraram que, independente da estratégia de manejo obtida, dentro das condições estipuladas, a produção florestal não é deficitária. No entanto, a estratégia mais apropriada foi a do cenário cujo fluxo de produção ficou restrito a intervalos.

Oliveira (1995) desenvolveu um sistema informatizado de apoio ao planejamento anual da propriedade rural, utilizando a técnica de programação linear. O modelo maximiza o lucro da atividade sob a restrição dos fatores de produção, como terra, capital, mão de obra e

serviços mecânicos. O resultado procura alocar eficientemente os recursos escassos e auxiliar os técnicos no planejamento diversos.

Santaella (1995), por sua vez, desenvolveu um modelo matemático para auxiliar os centros de pesquisas no direcionamento de investigações voltadas à eliminação ou redução das queimadas dos canaviais. O modelo de otimização utiliza programação linear e procura simular o processo de produção da agroindústria da cana-de-açúcar, permitindo ainda analisar o efeito da introdução de novas tecnologias num horizonte de 16 anos. As principais variáveis analisadas foram custo de produção, mão de obra, disponibilidade de máquinas, destino alocado para a palha de cana e efeitos na produtividade agrícola e na qualidade da matéria-prima ofertada à indústria. O modelo foi validado por meio de simulação que não considera a introdução de uma nova tecnologia, nem a variação das eficiências operacionais ou custos de produção durante o planejamento. Tal simulação serve de parâmetro de comparação para qualquer outra que venha ser realizada.

Brun (2002) avaliou o impacto da variação de valores de aquisição da madeira de mercado em modelos de programação linear que consideram o volume adquirido como uma das variáveis-respostas. O trabalho apresentou resultados provenientes da geração de 80 modelos de programação linear submetidos a cinco diferentes cenários. As abordagens foram divididas em: modelos de maximização do valor presente líquido e modelos de minimização do valor do custo presente, subdivididos em modelos Global e Regionalizado, ordenados ou de produção livre e, finalmente, submetidos ou não a restrições operacionais de área máxima de colheita. Concluiu-se que as diferentes abordagens de planejamento apresentam graus variados de sensibilidade a variações de valores de madeira de mercado.

Caixeta Filho *et al.* (2002) elaboraram, a partir do programa linear, ferramenta de planejamento para o controle da produção de lírios, comercializados no vaso e em corte. Considerou-se, na função objetivo, a maximização do resultado da margem econômica, que é a diferença entre receita total e custo total. As restrições do modelo matemático foram de naturezas agronômicas e econômicas, dentre elas estoque de bulbos, quantidade de lírio em vaso ou para corte, estrutura da receita e custo, limite de venda, número de botão floral e total de botão floral ocupado na estufa por lote. Por fim, o modelo proposto foi capaz de encontrar a combinação e sugeriu plano de produção ótima, respeitando as limitações de viabilidade técnica e produção operacional.

O trabalho de Junqueira e Morabito (2006) sugere um modelo linear para auxiliar no planejamento de produção, estocagem e transporte de semente de milho, minimizando os custos de produção, transporte, estoque e fiscal. As restrições foram divididas em três categorias: balanceamento de massa, limitação de capacidade e não negatividade de variáveis. Os autores avaliaram seis cenários e verificaram que a incorporação de custos fiscais na função objetivo interfere consideravelmente na decisão.

Paiva e Morabito (2007) propuseram um modelo matemático para o planejamento agregado da produção de usinas de açúcar e álcool. O estudo baseou nos modelos clássicos de seleção de processos e dimensionamento de lotes para representar o sistema de produção de açúcar, álcool e melado, incluindo decisões das diferentes etapas agrícolas e agroindustriais. Com a pesquisa, foi possível verificar a adequação do modelo proposto quando aplicado para auxiliar nas decisões envolvidas no planejamento agregado da produção de empresas.

Já Milan (2008) propôs um modelo matemático de programação linear multiobjetivo para gerenciar uma propriedade agrícola de café na região de Cristais Paulista, no estado de São Paulo. O modelo mostrou-se capaz de auxiliar no planejamento da produção da propriedade, bem como na programação do sequenciamento de colheita das lavouras e na determinação do volume ótimo de produção de cafés finos.

Junqueira e Morabito (2008) ampliaram a complexidade do modelo linear para a produção de semente de milho nos estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais. Os autores avaliaram diversos cenários com menor custo de logística e fiscais e compararam os resultados obtidos com o método de planejamento utilizado pela empresa.

Gameiro *et al.* (2008) desenvolveram um modelo matemático para entender o processo de suprimento de tomate. Geraram-se cenários, e os resultados foram comparados ao desempenho observado no campo, evidenciando a importância da gestão acurada, com a presença de potenciais ganhos financeiros expressivos na cadeia de suprimentos a partir da redução de tempos, perdas e custos.

Carvalho (2009) desenvolveu um modelo de planejamento agregado da produção para apoiar as decisões de nível gerencial e de diretoria das usinas de açúcar e álcool. Foram considerados fatores como variedades de cana, compras do produto agrícola de terceiros, tipo

de transporte (próprio ou terceirizado) e total de cana moída para atender à demanda e aos processos (industrial e comercial). Conclui-se que as decisões devem ocorrer em função dos preços praticados nos mercados interno, externo e futuro, do fluxo de caixa da empresa, da capacidade para armazenar açúcar e álcool e da possibilidade de uso de estoque de terceiros.

Santos Junior (2011) propôs planos ótimos de cultivos irrigados, utilizando modelos de programação linear que proporcionassem a maximização do retorno líquido do Perímetro de Irrigação Formoso. O modelo estudado foi uma formulação-padrão de programação linear, cuja função-objetivo consistiu em maximizar a receita líquida do projeto, utilizando-se as culturas mais cultivadas nessa área, sob regime de irrigação.

Esses exemplos demonstram a importância da programação linear como uma ferramenta extremamente útil aos produtores para o planejamento agrícola. Contudo, vale lembrar, que a agricultura é uma atividade de incertezas e riscos, cada vez mais considerados por empresas nas decisões de um conjunto complexo de alternativas e para desenvolver orientações práticas agrícolas.

#### **2.4.2.3 Programação Linear (PL) com risco no exterior**

Diversos trabalhos sobre gestão de propriedade utilizam programação linear como ferramenta para combinar diferentes atividades, alocação de recurso financeiro, capital e mão de obra numa proporção ótima. Contudo, escolher a combinação de atividades sem considerar o risco no modelo pode implicar numa decisão equivocada do planejamento da fazenda.

Há vários métodos de introdução do componente risco no modelo de programação linear, sendo os principais a programação quadrática de média variância (EV), fundamentada por Freund (1956) e Markowitz (1959), o Motad (Minimização do Desvio Absoluto Total) desenvolvido por Hazell (1971) e a programação quadrática de expectativa de ganho desenvolvida por Scott e Baker (1972). Na área de planejamento agrícola com risco tem-se encontrado com frequência vários trabalhos utilizando o método Motad para avaliar o risco.

Hazell (1971) propôs o uso do modelo de decisão quadrática para planejamento da propriedade agrícola, em que considera a incerteza sobre custo, produtividade e preços que afetam a função objetivo. A partir do trabalho de Hazell, Brink e McCarl (1978), Schurle e Erven (1979), Mapp *et al.* (1979), Held e Zink (1982), entre outros, também passam a

incorporar fatores de risco no modelo de programação linear para planejamento da fazenda, tais como a combinação de atividades de menor risco e maior retorno, o risco de expansão do empreendimento e risco de capital investido com a intensificação da fazenda.

Brink e McCarl (1978) determinaram a proporção ótima de área de produção e o cronograma de atividades de preparo do solo, plantio e colheita de milho, soja e trigo, maximizando o retorno com inclusão de risco na função objetivo.

Schurle e Erven (1979) avaliaram o risco de investimento específico na produção de tomate, entre os sistemas de colheita manual e mecanizado. A função objetivo maximiza o retorno líquido da fazenda das duas tecnologias com adição de culturas convencionais no planejamento, como milho, soja e trigo.

Mapp *et al.* (1979) analisaram as situações das propriedades típicas ou representativas da região sudeste de Oklahoma. O modelo de planejamento agrícola maximizou a margem bruta em condição de risco (Motad). Os modelos permitiram uma redução de risco da propriedade a partir da diversificação e sequenciamento de venda.

Held e Zink (1982), por sua vez, avaliaram a combinação da atividade agrícola com a pecuária no planejamento da fazenda. O trabalho procurou responder a variabilidade da renda da fazenda, ao selecionar combinações de atividades de maior lucratividade, a composição de atividade de maior risco e como a exclusão de uma atividade afeta a renda e o planejamento da propriedade agrícola integrada à pecuária.

Teague e Lee (1988) analisaram modelo para selecionar um mix de variedade de citros para as três diferentes densidades em condição de risco. A combinação avaliada foi a mistura de laranja e uva na região do Vale do Texas. A função objetivo maximiza a margem bruta das combinações em condição de risco. O resultado sugere que qualquer produtor avesso ao risco combina a produção de laranja e uva. Além disso, dependendo do nível de aversão de risco e capital disponível, há alguma oportunidade para gerir a variabilidade no rendimento (risco) por diversificação em diferentes densidades de árvores da mesma espécie.

Belete *et al.* (1992) avaliaram o impacto do uso de fertilizantes nos rendimentos dos pequenos agricultores, nas áreas montanhosas da Etiópia em condição de risco associado ao

uso de fertilizantes. Os autores utilizaram um modelo de programação Motad para estimar o risco. O resultado mostra que a renda do produtor aumenta substancialmente com a aplicação de fertilizantes na dose recomendada, de 100 kg de DAP (fosfato Diamonium) e 50 kg de uréia, a sua produção.

Mohamed & Thani (1993) analisaram modelo de programação linear para alocar terras disponíveis e atender às combinações de olerícolas de forma eficiente em situações de risco (E-V), na região de Tailândia. Os resultados mostraram que produtores com aversão ao risco devem plantar mais pimenta dedo-de-moça, espinafre e pepino. Por outro lado, para aqueles agricultores neutros ao risco, recomendou-se a opção de cultivo de abóbora e “Kailan” ou brócolis chinesa.

Kyle (1993) propôs modelo de alocação de trabalhadores agrícolas com base no risco (E-V) e retorno para as diferentes atividades. A pesquisa mostrou que o emprego não-agrícola pode desempenhar um papel importante na diversificação da renda familiar, desde que modelos de risco e retorno às atividades agrícolas levem em conta a possibilidade de emprego não-agrícola.

Balverde (1997) avaliou economicamente dois modelos alternativos de programação linear em condições de risco, propostos por Hazel (Motad) e Taver (target-Motad) para os sistemas de produção pecuária do Uruguai. O autor gerou distribuições de frequências triangulares mediante um processo de simulação Monte Carlo, com base nas estimativas do empresário de valores mínimos, máximos e mais prováveis para cada variável aleatória. Na simulação, foram consideradas as correlações entre as variáveis. Concluiu-se que o modelo target-Motad, nas condições da empresa analisada, é superior, tanto em termos de adequação como de percepções de risco dos tomadores de decisão.

#### **2.4.2.4 Planejamento agrícola com Programação Linear (PL) e risco no Brasil**

No Brasil, os trabalhos de planejamento agrícola em condição de risco são recentes. Os primeiros trabalhos foram estruturados no meado da década de 70, a exemplo de Peres (1976). Mais tarde, outros trabalhos como de Peres (1981), Hall *et al.* (1983), Rodriguez (1987), Silva (1988), Cortina (1992), Dias (1996), Araújo (1997), De Zen (2002), Fasiaben

(2002), Pizzol (2002) e Souza *et al.* (2008) também desenvolveram um modelo de planejamento agrícola através da técnica de programação linear com incorporação de risco.

Peres (1976) elaborou um procedimento de teste analítico incorporando risco (E-V) e expectativa de inflação para a demanda de crédito agrícola. A pesquisa foi feita na propriedade representativa de Ribeirão Preto (SP), onde se registrava modificação na estrutura de produção entre moderna e conservadora. Para investigação, o autor utilizou o modelo quadrático como medida para avaliar as características dos produtores em relação ao crédito agrícola disponível. Os produtos avaliados no modelo foram algodão, arroz, soja, milho, além da suinocultura, bovinocultura (ciclo completo e engorda) e reforma de pastagem.

Peres (1981) procurou identificar as causas da baixa produtividade contínua do milho no estado de São Paulo, estudando o comportamento do produtor frente a situações de risco. Para isso, utilizou o enfoque da Média-Variância (E-V), por meio da qual foi possível melhorar sensivelmente o desempenho da Programação Linear. Ao mesmo tempo, o modelo desenvolvido não permitiu explicar a persistência da baixa produtividade do milho como forma racional de decisão do agricultor para reduzir riscos.

Hall *et al.* (1983) estimaram os efeitos dos preços de fertilizantes nas produções de trigo e soja na propriedade representativa dos municípios de Carazinho (RS) e Não-Me-Toque (RS) em condição de Risco (E-V). Os autores consideraram os sistemas de produção de trigo, soja e milho com diferentes dosagens de fertilizantes e períodos de plantio. Além disso, consideraram a criação de bovinos e suínos na atividade pecuária. Os resultados mostraram que os baixos preços dos fertilizantes estimulam a produção de trigo e soja, reduzindo a de milho.

Rodriguez (1987) recomenda o uso de programação linear como instrumento para o planejamento agrícola se existirem diversas alternativas e restrições. O autor destaca algumas restrições da programação linear quanto ao uso sob condição de risco, principalmente ao se tentar representar corretamente a aleatoriedade dos coeficientes de exigências técnicas e níveis de disponibilidade.

Silva (1988) desenvolveu um instrumental matemático para planejar propriedade típica da Zona Semiárida dos sertões do Ceará sob condição de risco (E-V). O autor estudou

109 municípios do estado a partir da programação quadrática, otimizando as combinações de produção que maximiza a renda do agricultor sob condição de risco. Foram examinados cinco sistemas de produção, atendendo a fatores como disponibilidade de terra, trabalho e capital. O resultado sugere a diversificação de atividades produtivas para reduzir riscos.

Cortina (1992) elaborou modelo conceitual de planejamento agrícola para propriedade rural diversificada. Trata-se de um orçamento anual envolvendo as principais atividades da empresa. Seus resultados são apresentados sob dois enfoques: determinista e com risco. O modelo com inclusão do risco foi avaliado com o método Monte Carlo. Os relatórios foram estruturados para apresentar as margens brutas das atividades, os demonstrativo de lucros e as perdas.

Dias (1996), por sua vez, propôs um método de inclusão de risco em modelos de planejamento de empresa agrícola mediante a utilização conjunta de técnicas de simulação e programação linear. Os resultados mostram um risco econômico maior traduzido em termos de variância da margem bruta, quando se utiliza o modelo com correlação entre os coeficientes.

O trabalho de De Zen (2002) ressalta a importância da diversificação no processo de gerenciamento dos riscos da renda na propriedade. O estudo foi realizado em duas áreas de agricultura intensiva, mas com estruturas fundiárias diferentes. O estado de Mato Grosso compreende uma região de grandes propriedades e o Rio Grande do Sul, de pequenas. Nas duas regiões, as principais opções de atividades são culturas anuais e pecuária de corte. Na análise dos dados, foram empregados os modelos lineares e quadráticos. O modelo linear Motad utiliza os desvios absolutos como forma de medida de risco. Já o modelo quadrático – Modelo EV – utiliza a matriz de variância e covariância. Os resultados dos modelos de minimização de risco permitiram a construção da fronteira eficiente para as propriedades do Rio Grande do Sul e Mato Grosso. Na fronteira de eficiência econômica, foi observado o ponto correspondente à propriedade típica da região estudada. A inclinação da fronteira nesse ponto fornece a taxa de aversão ao risco do agricultor. Os dados possibilitaram verificar que, em todos os níveis de receita esperada, a diversificação reduz os riscos dos produtores, sendo que as taxas de aversão aos riscos dos produtores gaúchos são maiores que as dos mato-grossenses.

Fasiaben (2002) utilizou a programação linear para modelar os sistemas de produção das unidades familiares e o modelo Motad para construir a fronteira eficiente, que representa o risco envolvido para a obtenção de determinados níveis de margem bruta. A pesquisa trabalhou com quatro grupos de estabelecimentos familiares em condições de risco, sendo pelo menos dois tipos extremos de sistemas de produção (um minifundista e um grande produtor). Contrariamente ao esperado, os resultados mostraram que o pequeno produtor apresentou taxa de aversão ao risco menor que a do grande, dada a combinação de atividades de seu sistema atual de produção.

Pizoll (2002) avaliou o comportamento dos cafeicultores da região de Marília na presença do risco. O trabalho examinou propriedade típica com os seguintes sistemas de produção: monocultura de café, cafeicultura e pecuária e uma pequena propriedade diversificada. A programação linear foi a técnica utilizada na modelagem dos sistemas de produção. Para a geração das fronteiras de eficiência, que refletem o *trade-off* entre rendimento e risco, foi empregado o Motad. Os resultados indicaram que o produtor do sistema que engloba cafeicultura e pecuária é mais avesso ao risco do que a monocultura. Por outro lado, o modelo revelou que o pequeno produtor diversificado é menos avesso ao risco do que o monocultor, o que pode ser explicado pela estratégia de diversificação. O trabalho mostrou ainda que grande parte das frutas introduzidas no sistema de produção possui maior grau de risco que o café e, além disso, muitas dessas atividades são positivamente correlacionadas, o que reduz a eficiência da diversificação na minimização dos riscos do sistema.

Souza *et al.* (2008) avaliaram os modelos matemáticos capazes de otimizar os recursos de agricultores familiares das regiões Norte e Noroeste Fluminense em condição de risco. O estudo focou produtores rurais pertencentes aos grupos A, C e D do Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar). O resultado do modelo Motad mostrou que os sistemas de produção envolvendo o cultivo de maracujá e goiaba proporcionaram uma redução dos riscos, sem grave comprometimento da renda gerada.

#### ***2.4.2.5 Planejamento agrícola com programação linear multiperíodo***

Inicialmente, os estudos envolvendo a programação linear multiperíodo se propunham, basicamente, a explicar o problema de crescimento. Os primeiros trabalhos foram de Swanson (1955b) e Loftsgard and Heady (1959), que focaram o planejamento da atividade agrícola e a combinação da produção para mais de uma safra. Swanson (1955b) desenvolveu um modelo de planejamento da propriedade que interage atividade agrícola e pecuária no meio oeste americano. A pesquisa englobou seis atividades de produção agrícola, combinando o programa de rotação de cultura e de fertilizante, três atividades com suinocultura e duas com pecuária de corte. Loftsgard and Heady (1959) foram os primeiros a aplicar programação linear dinâmica, tendo como objetivo modelar plano ótimo da fazenda para uma série de ano. Na avaliação de Candler (1960), a adição intertemporal na programação cria um auxílio real no planejamento da propriedade.

Posteriormente, surgem estudos sobre programação linear multiperíodo com a proposta de avaliar questões relacionadas à decisão de investimento, entre elas o acúmulo de capital ou patrimônio e fluxo de caixa. As pesquisas de Irwin e Baker (1962), Boehlje e White (1969) e Bernardes (1992) utilizaram o método para abordar o crescimento e fluxo de caixa. Irwin e Baker (1962) focaram o aspecto de crescimento financeiro. Dean e Benedictis (1964) consideram que a análise indica ótimo potencial para provisão de investimento e poupança interna para propriedade. Bernardes (1992) sugere o uso de programação linear multiperíodo para determinar um modelo de planejamento para empresa rural. Esse modelo projeta um fluxo de caixa para o qual foi desenvolvido e um plano de contas, que são uma tentativa de fornecer ao produtor um instrumento capaz de controlar o plano fornecido pelo modelo de planejamento. Controlar o demonstrativo de fluxo de caixa, entretanto, é o mínimo necessário para a boa administração. Depois de implantado, esse sistema deve ser ampliado para possibilitar o controle financeiro da empresa rural.

O planejamento multiperíodo também foi utilizado para refletir em crescimento da firma. Burt (1965) descreve o programa linear como dinâmico e apropriado para analisar o efeito dos fatores importantes no crescimento da firma. Boehlje e White (1969) propõem um modelo hipotético para contextualizar o crescimento da fazenda com inclusão de investimento e decisão de produção a partir de programação linear multiperíodo.

Outro uso do programa multiperíodo foi avaliar o efeito de política, variável exógena, no modelo matemático. Kirke e Moss (1987) utilizaram o modelo de programação

linear para analisar as respostas prováveis dos pequenos e médios produtores de leite na Irlanda do Norte para diversas políticas, o endividamento agrícola e as opções de desenvolvimento em consequência da mudança estrutural no setor lácteo.

Os tradicionais estudos sobre planejamento e combinação de atividades e o tamanho da atividade foram sofisticando com a inclusão da variável risco na modelagem matemática. Barry e Willmann (1971), Norton *et al.* (1980), Kaiser e Boehlje (1980), Zwingli *et al.* (1989), Crisostomo *et al.* (1993) e Ridier e Jacquet (2002) implantaram a incerteza no modelo multiperíodo.

Barry e Willmann (1971) avaliaram os riscos de mercado futuro (contrato futuro e opção) e racionamento de crédito externo aos quais os produtores estão sujeitos. O modelo utilizou a análise da média variância para derivar conjuntos (EV), refletindo o plano de crescimento eficiente, que descreve a influência de contrato sobre a estabilidade da renda, níveis de crédito e crescimento da renda. Norton *et al.* (1980) partiram da ferramenta de programação linear multiperíodo no processo de planejamento da fazenda para determinar o grupo, a atividade e o tamanho das áreas.

Kaiser e Boehlje (1980) apresentam o modelo de programa linear multiperíodo que pode ser usado na decisão de gestão de propriedade com incerteza. O resultado numérico é obtido do modelo Motad para ilustrar a dinâmica da análise de risco.

Baker e McCarl (1982), por sua vez, avaliaram as consequências das agregações de tempo dentro de uma propriedade representativa da região do meio oeste dos Estados Unidos. O modelo de programação linear conteve a produção de milho, soja, trigo e dupla-safra de soja. Foram analisadas quatro situações: um modelo com um período anual, um modelo com quatro períodos, um modelo com sete períodos e um modelo com 22 períodos. O risco foi incorporado pelo método Motad e construído a partir da margem bruta. O estudo verificou que os modelos com uma representação menos detalhada de disponibilidade de recursos ao longo do tempo são significativamente mais sensíveis à aversão ao risco.

Zwingli *et al.* (1989) elaboraram modelo de programação linear para propriedade localizada na região norte de Alabama, contendo opção de cultivo de 13 hortícolas em três estações do ano (verão, outono e primavera) e em condição de risco - target Motad. Os

autores construíram um modelo que permitia a rotação de cultura com máximo retorno e mínimo risco. O modelo não permitia, porém, cultivo sucessivo da mesma família na mesma área no ano. O resultado indicou rotação de cultura estável em relação ao mercado e combinação de cultura com nível aceitável de desvio absoluto.

Crisostomo *et al.* (1993) examinaram o potencial econômico da dupla safra na rotação de cultura sobre a propriedade representativa a sudeste de Kansas. O modelo quadrático incorporou o crescimento das lavouras e a simulação de mercado para determinar as melhores combinações em condição de risco (E-V). Os autores pesquisaram sete seqüências de produção no intervalo de dois anos, e os resultados mostram que o máximo lucro esperado da programação quadrática contém dupla safra de soja em toda a terra utilizada para o trigo, o que não se observa para o portfólio mais avesso ao risco.

Ridier e Jacquet (2002) analisaram o efeito da dissociação dos pagamentos diretos da produção nas decisões dos produtores, levando em conta a incerteza de preços e a aversão ao risco. Esse modelo de programação multiperíodo foi analisado nas fazendas de gado de corte em duas regiões francesas: Limousin e Pays de la Loire. Os resultados mostram que as políticas de dissociação produzem uma resposta mais homogênea para os diferentes tipos de agricultores. A participação das atividades de gado diminui nas fazendas, e as técnicas de produção tornam-se menos intensivas.

Em geral, o problema de usar essa ferramenta tem sido o tamanho da matriz. Um grande número de interações entre as variáveis resulta num modelo complexo tanto na estrutura como na interpretação.

#### **2.4.2.6 *Outros modelos para a realização de planejamento agrícola***

A simulação, o MGA (Modelagem para Gerar Alternativa) e o Multicritério estão entre os métodos ainda poucos difundidos na área acadêmica para auxiliar no planejamento rural, com uso de programação linear.

Para Burt (1965), a simulação pode ser aplicada em observações gerais sobre um problema complexo e em experimentos tradicionais. No entanto, o método não obteve grande adesão no campo da pesquisa operacional na época. Marques (2005) estruturou um modelo para simular situações de implantação e manejo da irrigação e suas consequências econômicas

sob o horizonte de risco. Esse modelo considera, na forma de projeto, as características agronômicas pertinentes ao solo, à cultura e ao clima, para estudar, regionalmente, o armazenamento de água no solo, a evapotranspiração, o desenvolvimento da cultura durante as fases fenológicas e o preço de venda do produto. Assim, com as simulações dos parâmetros como preço de venda do produto, taxa de manutenção do sistema de irrigação, horas de trabalho necessárias por hectare, entre outros, são obtidos os resultados para se elaborar a distribuição de probabilidades dos fatores econômicos. Tais dados auxiliam no planejamento da propriedade e no manejo operacional da irrigação.

O MGA é uma ferramenta bastante utilizada para planejar o uso de água. A aplicação desse método para planejamento agrícola se deu pelos pesquisadores Abdulkadri e Ajibefun (1998), na Nigéria. Burton *et al.* (1987) criticam a simplificação do programa linear na análise da complexidade da atividade agrícolas. Em resposta, os autores propõem a aplicação do método solução quase ótima (NOS – Nearly Optimal Solution) na gestão de propriedade. O método é a aplicação do MGA, no qual somente um objetivo é quantificado no modelo linear.

A programação linear limita-se a responder cada objetivo separadamente, na circunstância de decidir vários deles simultaneamente. Piech e Rechman (1993) sugerem a utilização da técnica multicritério. Essa ferramenta permite otimizar vários objetivos, alguns dos quais podem estar em conflito, em vez de forçar o modelo numa “camisa de força” de otimização de objetivo único. O método é composto por três ferramentas: programação de metas, programação multiobjetivo e programação de compromisso.

Piech e Rechman (1993) utilizaram as técnicas de tomada de decisão multicritério para a prática do planejamento de propriedade do Reino Unido. O modelo permitia otimizar margem bruta, maximizar utilização de mão de obra permanente, minimizar mão de obra temporária, minimizar custo variável e maximizar oferta de comercialização.

Já Herrero *et al.* (1999) usaram o modelo multicritério visando à melhor combinação de recursos para produzir leite na fazenda na região de Costa Rica. Annetts e Audsley (2002) empregam o programa linear de multiobjetivo para planejamento agrícola, o qual permite otimizar lucro e produto. O modelo foi desenvolvido para cenário variado nas propriedades europeias, com o intuito de solucionar o problema de combinação do tipo de lavoura e máquina para uma dada restrição da propriedade de caráter econômico e climático.

### 2.4.3 Princípios básicos de planejamento

Existem poucos trabalhos científicos que fundamentem teoricamente o planejamento agrícola. Para Efferson (1953), o termo deve seguir os princípios econômicos de retorno físico negativo, de retorno econômico negativo, retorno marginal líquido, substituição, vantagem competitiva e custo oportunidade.

Na mesma linha, Barnard e Six (1973) acreditam que o planejamento agrícola deve seguir os conceitos de princípio marginal (produto físico marginal e retorno marginal), lei do retorno negativo, taxa marginal de substituição, lei do retorno equimarginal e custo oportunidade.

Para melhor compreender os princípios e as questões básicas do planejamento agrícola, adotar-se-á como base a contextualização gráfica proposta por Barnard e Six (1973).

a) “O que produzir?”: para responder a essa pergunta, deve-se considerar a combinação dos seguintes princípios e conceitos microeconômicos relevantes nas escolhas ótimas: produto substituto, relação de complementaridade e substituição, custo oportunidade e lei de retorno equimarginal. O princípio de substituição de produto garante a possibilidade de escolha para cada grupo de atividade relevante que compete nas suas circunstâncias, provendo, no caso da melhor escolha, o melhor retorno líquido para toda a fazenda.

A Figura 2.4 ilustra a relação entre dois produtos dentro de uma propriedade. Assumindo que o produtor possui um dado recurso de mão de obra e capital, ele pode produzir na área “ $a$ ” o produto 1 ou o 2. Supondo a produtividade de “ $w$ ” tonelada do produto 1 por unidade de área e “ $z$ ” tonelada de produto 2 por unidade de área, então, ele pode obter uma produção de  $a.w$  do produto 1 ou  $a.z$  produto 2 ou qualquer combinação desses dois produtos.

A margem bruta é que determinará a escolha mais lucrativa. Supondo que o preço seja “ $p_1$ ” por tonelada do produto 1 e “ $p_2$ ” por tonelada do produto 2, sendo  $p_2 > p_1$ . Então, a decisão de plantar somente o produto 1 será se a margem bruta for igual a  $p_1(a.w)$  e, somente no caso do produto 2, se a margem bruta for igual a  $p_2(a.z)$ . O produtor escolheria o produto com maior margem bruta, que seria o produto 2.

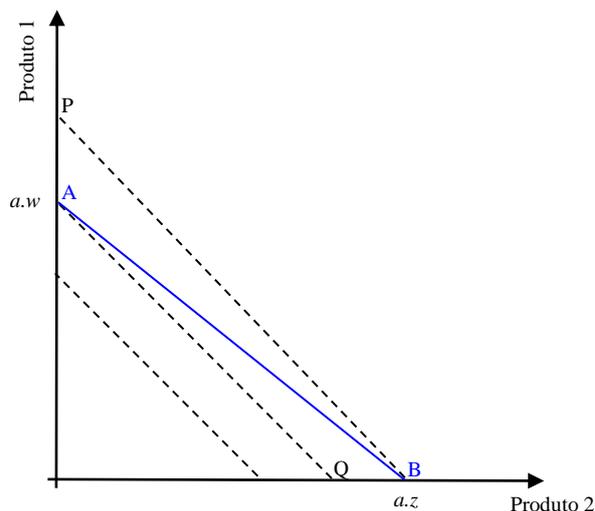
A reta AB é conhecida como a linha da possível produção, que combina todas as possíveis produções dos dois produtos para um dado recurso da fazenda. A reta PB e QA e demais linhas paralelas representam a curva da isoreceita ou isomargem bruta, significando

que a reta projeta a mesma margem bruta de todas as possíveis combinações dos dois produtos.

A maximização do lucro é obtida no ponto em que a curva de possível produção tangencia a curva de isoreceita, no caso o ponto B. Se a inclinação das duas retas for idêntica, então, todos os pontos que sobem a curva de possível produção apresentarão o mesmo lucro.

A relação indicada pela reta AB tem a taxa de substituição constante; assim, em qualquer lugar da reta, o ponto apresentará a mesma taxa de substituição.

Figura 2.4 – Curva de possível produção e isoreceita para taxa marginal de substituição constante.



Fonte: Barnard e Nix (1973) – adaptado pelo autor.

Contudo, a taxa de substituição não pode se manter constante e, sim, aumentar. Dessa forma, se for elevada a produção do produto 2, o sacrifício marginal ou perda do produto 1 tende a aumentar.

Na Figura 2.5, considerando que as quantidades “ $q$ ” e “ $v$ ” são iguais para o produto 2, em R, o aumento de “ $v$ ” quantidade do produto 2 está diminuindo “ $u$ ” quantidade do produto 1, uma redução relativamente pequena. Em S, o aumento de “ $q$ ” quantidade do produto 2 resulta na queda de “ $t$ ” quantidade do produto 1, ou seja, uma grande quantidade do produto 1 é sacrificada para aumentar o volume do produto 2.

O ponto X é o valor ótimo de produção “L” do produto 1 e “M” do produto 2, mostrando que a margem bruta é a maior entre todas as combinações dos dois produtos. Nesse ponto, as inclinações das linhas dos dois produtos são iguais e também onde se localiza a taxa marginal de substituição igual à taxa receita bruta entre dois produtos, tem-se:

$$\frac{\Delta prod P_2}{\Delta prod P_1} = \frac{RBruta P_1}{RBruta P_2}$$

Colocando de outra forma, por multiplicação cruzada, o ponto ótimo é onde  $\Delta prod P_2 * RBruta P_2$  é igual a  $\Delta prod P_1 * RBruta P_1$ .

Se, em qualquer ponto em que:

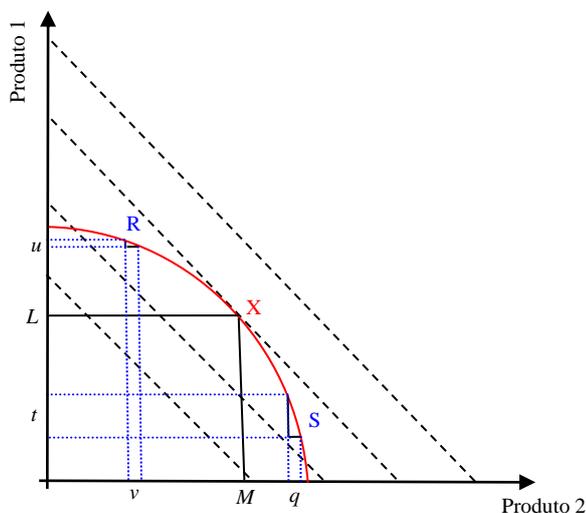
$$\frac{\Delta prod P_2}{\Delta prod P_1} < \frac{RBruta P_1}{RBruta P_2},$$

o produto 1 poderá substituir o produto 2 (desde que a  $\Delta prod P_2 * RBruta P_2 < \Delta prod P_1 * RBruta P_1$ ).

No caso contrário, considerando a análise no ponto em que  $\frac{\Delta prod P_2}{\Delta prod P_1} > \frac{RBruta P_1}{RBruta P_2}$ ,

então, o produto 2 substituirá o produto 1.

Figura 2.5 – Curva de possível produção e isoreceita para taxa marginal de substituição crescente.

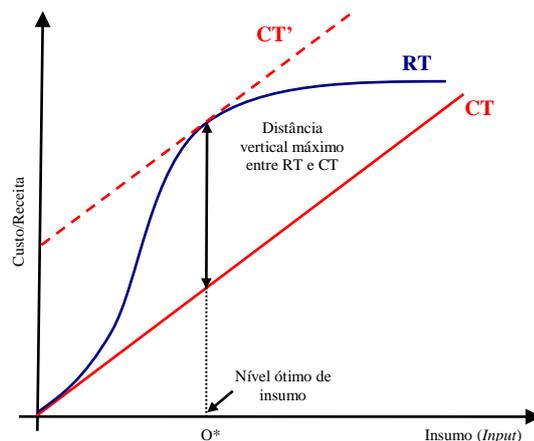


Fonte: Barnard e Nix (1973) – adaptado pelo autor.

b) “Quanto custa produzir?”: é uma questão que determina o nível de variável de insumo e o nível do produto que forneça o máximo lucro intimamente ligada próximo ao rendimento decrescente. O valor ótimo pode ser encontrado pelo valor total de produção para diferentes níveis de insumo, representados pelas curvas RT (Receita Total) e CT (Custo Total) na Figura 2.6.

Assumindo que o custo de cada insumo adicionado como constante. Logo, a curva CT é representada pela linha reta. Além disso, por definição, a equação do lucro é a diferença entre a receita total e custo total ( $RT - CT$ ), sendo o máximo lucro encontrado no ponto em que a distância vertical entre RT e CT é maior. Para localizar esse ponto, deve-se observar que a inclinação da curva RT iguala a inclinação da curva CT. Assim, o ponto de máximo lucro se encontra onde a curva  $CT'$ , paralela a CT, tangencia a curva RT.

Figura 2.6 – Comportamento das curvas de RT, CT e o ponto de máximo lucro.



Fonte: Barnard e Nix (1973) – adaptado pelo autor.

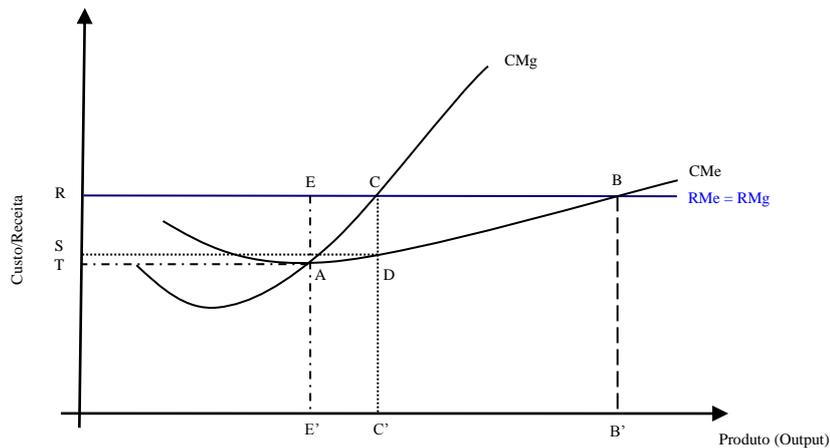
Outra forma de encontrar o ponto de máximo lucro é por meio da receita marginal (RMg) e do custo marginal (CMg). Assim, considerando um mercado de competição perfeita, na Figura 2.7 tem-se a curva da Receita marginal (Rmg), Receita média (RMe), curva de custo marginal (CMg) e custo média (CMe). As duas últimas curvas estão representadas em um reta linear simples e está perfeitamente paralela ao eixo “x”, representado por insumo. O ponto R, é o local ótimo, quando o  $CMg = CMe = \text{Preço do insumo}$ .

A área racional para produzir está entre A', que ilustra o ponto em que RMe (Receita Média) é máximo, e B (em que  $RMg=0$ ). Acima do nível A', o lucro médio por unidade de insumo (*input*) ( $RMe - CMe$ ) vem crescendo, elevando, conseqüentemente, o lucro total. Depois do ponto B, o custo extra é mantido por uma menor produção total, a receita marginal



O ponto  $C'$  representa a produção ótima, em que  $RMg=CMg$  (ponto  $C$ ). O lucro é definido pela área  $DCRS$ , na qual o excedente é determinado pela área  $AERT$ , mesmo que o lucro por unidade de produção seja menor,  $CMe$  do ponto  $D$  é superior ao ponto  $A$  e  $RMe$  começar constante. Eventualmente,  $RMe$  se tornaria igual a  $CMe$  (em que  $RT=CT$ ), de modo que o lucro seria zero. Vale salientar que o ponto, no qual " $RMg$ " = " $CMg$ ", só é ótimo se muitas das variáveis insumos estiverem disponíveis. Se um recurso é limitado, então a lei de equiretornos marginais e o princípio de custo oportunidade podem ser considerados. Então, a quantidade de produto no lado esquerdo do ponto  $C$  pode ser ótima. Se o recurso for abundante, então a lei de equiretornos marginais é automaticamente satisfeita se o ponto em que " $RMg$ " = " $CMg$ " é obtido em todos os usos alternativos.

Figura 2.8 – Lucro máximo com custo crescente.



Fonte: Barnard e Nix (1973) – adaptado pelo autor.

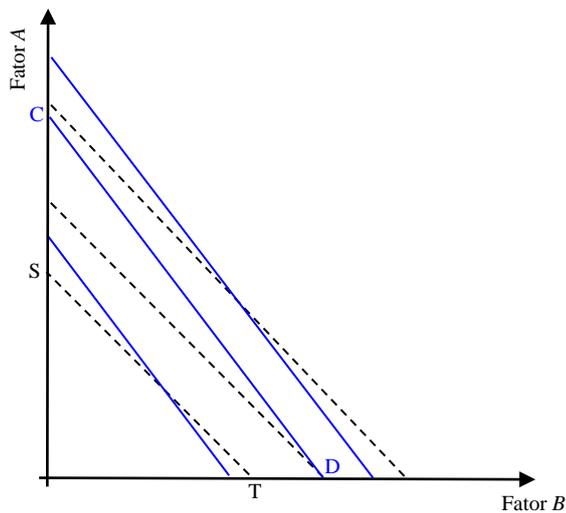
c) “Como produzir?”: para responder a essa questão, também se baseia no princípio da substituição. Porém, o foco está concentrado nos *inputs*, que são utilizados para auxiliar na combinação ótima de fatores de fonte variáveis para produzir um dado produto.

A Figura 2.9 mostra diferentes possibilidades de combinação de fatores para produzir um determinado produto, também conhecido como curva de isoproducto. A reta  $CD$  representa a curva do isoproducto com taxa marginal de substituição constante. A reta aumenta da origem para o maior nível de produto, com a taxa marginal de substituição constante e nível de fonte de recurso com disponibilidade ilimitado e de menor custo.

A reta  $ST$  representa o isocusto, significando o conjunto de todas as combinações de dois fatores com o mesmo custo. Assim, a reta  $CD$  representa o nível de produto (*output*) pesquisado, produção de menor custo utilizando quantidade  $D$  do fator  $B$  e zero do Fator  $A$ .

Qualquer outra escolha poderia alterar a curva do isocusto. Se as inclinações das duas retas coincidem, então, não importa o fator ou combinação na sua escolha.

Figura 2.9 – Curva de isoproducto e reta de isocusto para taxa marginal de substituição constante.



Fonte: Barnard e Nix (1973) – adaptado pelo autor.

Em muitos casos, as relações entre dois fatores apresentam taxa marginal de substituição decrescente. Esse é um corolário da lei de retorno decrescente.

Assim, considera-se a combinação de dois fatores diferentes para produzir um determinado produto 1. Paralelamente, uma grande quantidade de um insumo com os demais insumos com quantidade fixa reduz o retorno marginal em função da lei de retorno negativo.

O ponto ótimo é dado em qualquer nível de produto e representa a combinação de menor custo, em que a reta isocusto tangencia com a curva de produto. Nesse caso, o ponto “T” ilustra a combinação ótima entre fator A e fator B, na qual a reta de isocusto tangencia com a curva de produto. Assim, para produzir quantidade “B” de produto é necessário “P” quantidade do fator A e “Q” quantidade do fator B. A reta “XY” é a reta isocusto que tangencia com a curva de produto. Nesse ponto, a inclinação da reta e da curva é igual, desde que a taxa marginal de substituição (TMS) se iguale à taxa de preço dos dois fatores, que é:

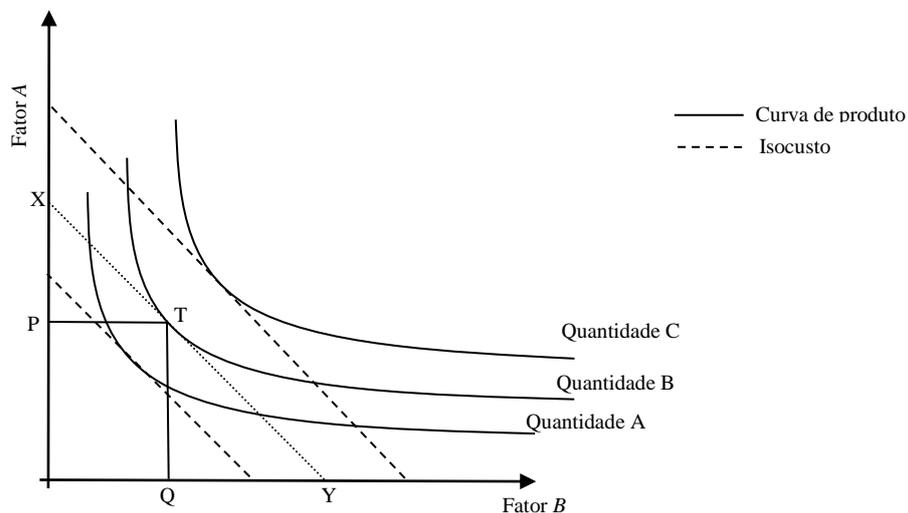
$$TMS = \frac{\Delta \text{ fator } a}{\Delta \text{ fator } b} = \frac{\text{Preço por unidade do fator } b}{\text{Preço por unidade do fator } a}$$

Por outro lado, em qualquer ponto, a TMS apresentar resultado abaixo:

$$\text{TMS} = \frac{\Delta \text{ fator } a}{\Delta \text{ fator } b} > \frac{\text{Preço por unidade do fator } b}{\text{Preço por unidade do fator } a}$$

Assim, quando a  $\Delta$  fator “a” \* Preço por unidade do fator “a” é maior que  $\Delta$  fator “b” \* Preço por unidade do fator “b”, então, algumas quantidades do fator “a” poderiam ser substituídas pelo fator “b” até o ponto em que os dois fatores apresentem mesmo valor. Por outro lado, se a  $\Delta$  fator a \* Preço por unidade do fator “a” é menor que  $\Delta$  fator “b” \* Preço por unidade do fator b, algumas quantidades do fator “b” podem ser substituídas pelo fator “a”.

Figura 2.10 – Isocusto e curva de produto para taxa marginal de substituição constante.



Fonte: Barnard e Nix (1973) – adaptado pelo autor.

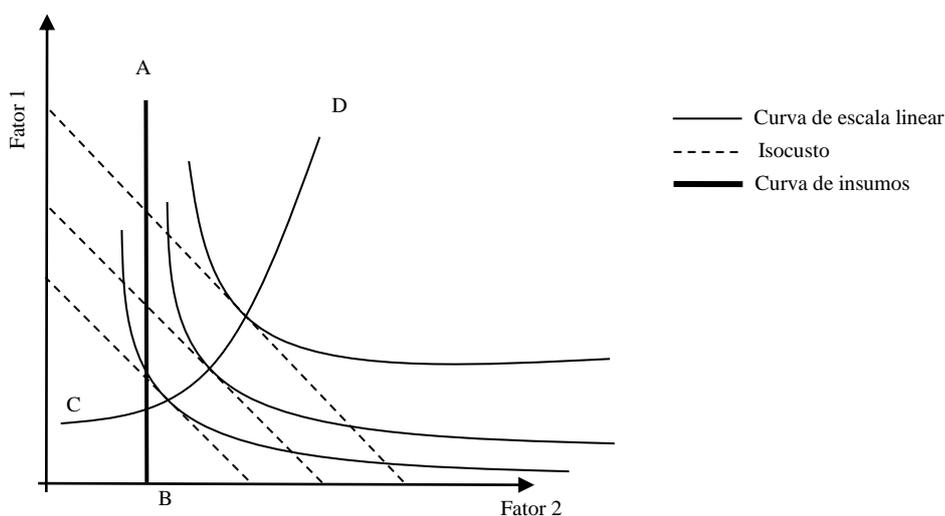
Até o momento, assumia-se que os fatores não eram restritos a qualquer quantidade requerida. Se, entretanto, um fator apresentar oferta limitada, a lei de retorno equimarginal e o princípio de custo oportunidade devem ser aplicados. Em outras palavras, deve-se considerar a taxa marginal de retorno dos recursos em todas as alternativas possíveis. Mas, se o capital é restrito e o trabalho abundante, provavelmente irá se pagar mais por usar mão de obra e menos capital, tendo em vista que a combinação só é ótima se os recursos forem corretamente valorados com aplicação de custo oportunidade no recurso escasso.

Supondo que os dois fatores variáveis são fator 1 e fator 2, que estão aplicados a uma quantidade fixa de terra, e que essas áreas associadas com uma quantia fixa de outros insumos. A linha AB representa o insumo ao longo do eixo horizontal nas Figura 2.6 e Figura

2.7 com outros fatores. Assim, essa reta representa retorno negativo na necessidade de se aplicar maior quantidade de insumo para atingir o mesmo incremento na produção. Ou ainda, o insumo poderia ser constante, havendo insumo custo da combinação ótima entre fator 1 e fator 2 para cada nível de produção.

Na prática, a última situação mostra custo marginal crescente (Figura 2.11). A combinação ótima de fatores ou insumos nos diferentes níveis de produto pode ser traçada pela curva CD, denominada de escala linear. O aumento da distância entre a origem e a sucessiva curva de produto (representado por nível adicional de produção) aponta retorno negativo para fatores fixos de produção.

Figura 2.11 – Curva de escala linear.



Fonte: Barnard e Nix (1973) – adaptado pelo autor.

Os fundamentos microeconômicos para o planejamento agrícola proposto por Barnard e Nix (1973) devem contemplar também outros pontos de vistas a exemplo de Mueller (1972), Tung (1990), Scarpelli (2001), Vilckas e Nantes (2005).

As três questões (o que, como e quanto custa produzir) devem ser levantadas quando se realiza pesquisa e análise de propriedade rural. Para Mueller (1972), responder a essas e várias outras perguntas sobre gestão é um desafio.

Tung (1990) desdobra a sequência do planejamento agrícola respondendo quatro questões: Que produzir?; Como Produzir? Quanto produzir? e Quando comprar e vender?. A primeira pergunta procura compreender tipo de combinação de linha de produção que o produtor deve escolher. A segunda pergunta refere-se à alocação e tipo de recursos necessários, de modo a introduzir o empreendimento escolhido. A terceira pergunta, trata-se na determinação do nível de produção, envolvendo a relação entre produto e sistema de produção. Neste caso, implica no monitoramento dos fatores de produção; e, a última pergunta, tem a meta de determinar as expectativas de preços de compra de insumos e de venda dos produtos finais. O autor ressalta que cada uma destas perguntas exige ponderações diversas, visto que existe um inter-relacionamento entre os diversos elementos envolvidos na produção agropecuária.

Scarpelli (2008) e Vilckas e Nantes (2005) procuraram atender as três perguntas (o que, quanto e para quando produzir) para um empreendimento rural. Na primeira pergunta, para produzir um produto, os produtores devem levar em consideração os recursos naturais da propriedade, as condições financeiras, os recursos humanos e estruturais e as condições de mercado. A segunda pergunta, quanto produzir, está fortemente ligado à decisão do que produzir, à área disponível e demandas ou restrições de mercado. A última pergunta, quando produzir, refere-se ao período que o produtor deve investir na lavoura, mas essa situação nem sempre ocorre na prática. Para os autores, o produto final é a matéria-prima da indústria, estão sujeitos às necessidades e restrições das processadoras.

O clássico erro que ocorre é quando se ignoram essas questões e gerencia-se a propriedade somente com base no custo de produção. Em outras palavras, o equívoco ocorre quando o tomador de decisão avalia somente a rentabilidade por unidade de área, ignorando a taxa marginal de substituição dos produtos concorrentes. Nessa visão, ele pode escolher uma atividade com maior rentabilidade por unidade de área, mas com retorno menor em detrimento do produto concorrente, levando a empresa a uma menor lucratividade.

O presente trabalho procurou atender as quatro perguntas suscitadas por Tung (1990), bem como a observação de Scarpelli (2008) e Vilckas e Nantes (2005) com relação ao período de produção. Assim, a propriedade representativa procurará selecionar a produção de maior retorno em condição de menor risco na região de Mato Grosso.

#### 2.4.4 Tipo de planejamento

Nessa seção define-se o conceito dos três tipos de planejamento de empresa e o enquadramento dos assuntos e das principais atividades da propriedade para cada tipo de planejamento.

**a) Estratégico:** O planejamento estratégico diz respeito tudo o que se refere relação entre a empresa e seu ambiente. O domínio dessa ferramenta permite ao gestor maior poder de reorganização no ambiente de mudança. O planejamento estratégico trata-se de decisões que envolvem uma alteração no custo direto e fixo de produção, tais como: custo de máquinas, equipamentos, instalações, equipes e outros (BRUNSTEIN & TOMIYA, 1995). O planejamento estratégico envolve o desenvolvimento de estratégia de longo prazo para aumentar a competitividade e a rentabilidade dos negócios da propriedade rural (HOFSTRAND, 2007).

Em consoante ao Drucker (1998, p.136), “planejamento estratégico é um processo contínuo de, sistematicamente e com maior conhecimento possível do futuro contido, tomar decisões atuais que envolvam riscos; organizar sistematicamente as atividades necessárias à execução dessas decisões; e, através de uma retroalimentação organizada e sistemática, medir o resultado dessas decisões em confronto com as expectativas alimentadas”.

Já Muller *et al.* (1998) descrevem que para pensar estrategicamente, o produtor rural deve focar em três termos importantes: “qual o negócio que o proprietário gostaria de fazer?”; “O que precisa ser feito para o negócio ser competitivo e sobreviver?” e “que negócio é capaz de fazer”. Se o produtor mantiver o pensamento estratégico permitirá planejar e tomar decisão da atividade. Hofstrand (2007) sugere envolver no planejamento estratégico quatro fatores: identificar o objetivo pessoal; determinar o objetivo do negócio; analisar ambiente externo e analisar ambiente interno.

Headley (1967) descreve que existem dois grandes problemas na elaboração do planejamento concernem na definição e na organização dos recursos. A definição dos objetivos é importante para prover a satisfação da empresa e da família. Quanto à organização

de recurso, ela depende da forma como a propriedade rural esta estruturada para gerenciar e alocar os recursos para as diferentes atividades da propriedade.

Dessa maneira, admite-se o planejamento estratégico como um conjunto de informações de diferentes áreas específicas (produção, financeiro, *marketing*, *supply chain* e outros) capaz de direcionar e reorganizar a empresa no processo de mudança para aumentar ou manter a competitividade no mercado de atuação no longo prazo. Logo abaixo, reúnem-se alguns assuntos abordados na determinação do planejamento propostos por Porter (1993), Brunstein & Tomiya (1995) e Scarpelli (2008):

- Mudança na estrutura do bem de capital durável (terra, mão de obra e instalações) no processo produtivo motivada pela ação externa fora do controle da empresa (política cambial, fiscal e monetária, barreira técnica, barreira não-tarifária, legislação ambiental, legislação trabalhista, clima e outros).
- Crescimento vertical da empresa, incorporando etapas iniciais ou finais do processo de produção que visam agilizar a negociação e reduzir a dependência da empresa;
- Novas necessidades ou renovações dos compradores se modificam de forma significativas, proporcionando um nicho de mercado de atuação (convencional vs orgânico; venda *in natura* vs minimamente processado; geneticamente modificado vs não geneticamente modificado e outros);
- Disponibilidades ou custos de insumos modificam significativamente a competitividade da empresa quando existe variação nos custos absolutos ou relativos de insumos (mão de obra, matéria-prima, energia, transporte, maquinaria, tecnologia da informação e outros). Isso possibilita a introdução e criação de um novo insumo para substituir o existente (vinhaça da cana vs cloreto de potássio; tipo de modal logístico; combustível fóssil e biocombustível; colheita manual vs mecânica e outro).
- Novas tecnologias que anulam o conhecimento e investimento do passado
- Construção de uma nova instalação para introduzir novo produto;
- Ampliação da capacidade de produção do produto já existente;

**b) Tático:** consiste em estruturar e organizar os recursos da empresa para maximizar o desempenho. A decisão tática envolve análise para as diferentes áreas de

conhecimento da empresa em convergência com o planejamento estratégico. Em geral, os agentes da área econômica, produção, compra e outros avaliam a alocação de recurso para avaliar:

- a competitividade de cada atividade (agrícola, pecuária, perene e semi-perene) na propriedade;
- a composição dos portfólios de atividades e produtos (soja, milho, algodão, etc);
- o sistema de mecanização das atividades;
- a modalidade e a capacidade de transporte da produção;
- as mudanças do sistema de produção das atividades e dos produtos;
- a ampliação dos tratos culturais das atividades e dos produtos,
- a reutilização dos materiais dos processos agroindustriais,
- o escalonamento de produção;
- o dimensionamento do parque de máquinas.
- previsão de demanda

c) **Operacional:** refere-se ao planejamento utilizado para atingir os objetivos, metas e indicadores operacionais estabelecidos no planejamento estratégico. O foco do plano operacional está em como atingir o objetivo no curto-prazo. O planejamento operacional trata-se de decisões do dia-a-dia que não alteram a estrutura física da empresa (BRUNSTEIN & TOMIYA, 1995). As decisões comuns no planejamento operacional são programação diária:

- de colheita da produção da propriedade;
- de semeio/plantio diário do conjunto de máquinas e implementos;
- de escoamento da produção;
- de tratos diários dos produtos
- reposição de estoques
- programação de uso dos recursos produtivos

Para Muller *et al.* (1998) o compromisso do plano operacional está em aproximar as partes relacionadas. A análise operacional está caracterizada pela revisão da produção, marketing e processo financeiro usado na fazenda. As questões a ser respondidas são: “existe caminhos capaz de melhorar a eficiência?”; “as combinações e quantidade de insumos estão corretos?” e “existe caminho mais eficientes no uso do processo biológico que são parte da fazenda?”.

O presente trabalho concentrará no planejamento tático, buscando uma proposta de modelo econômico-financeiro que maximize a alocação dos recursos existentes nas diferentes combinações de produtos possíveis na propriedade.

## 2.5 Modelo de planejamento agrícola com pesquisa operacional

Este trabalho pretende empregar a técnica de Programação Linear (PL) na elaboração de planejamento agrícola. A ferramenta é amplamente utilizada no processo de tomada de decisão administrativa. Assim, os fundamentos teóricos básicos do trabalho baseiam-se em Hazell e Norton (1986) e Williams (1990).

O objetivo da PL consiste em maximizar ou minimizar a melhor combinação de atividades dentro da propriedade. O modelo de programação linear implica em determinar os valores das variáveis  $X_1, X_2, \dots, X_j$ . Para encontrar o melhor valor no modelo, cada variável deve apresentar um parâmetro representado por letra “ $c_j$ ”. Dessa forma, a função objetivo é dada por:

$$z = f(X_1, X_2, \dots, X_n) = c_1 X_1 + c_2 X_2 \dots + c_j X_j$$

Então, resumindo tem-se:

$$z = \sum_{j=1}^n c_j X_j \quad \text{Para todo } j = 1 \text{ a } n \quad (1)$$

$$X_j \geq 0 \quad \text{Para todo } j = 1 \text{ a } n$$

Em que:

$X_j$  = nível de  $j$  atividades produtivas da propriedade rural ;

$c_j$  = margem bruta da  $j$  atividades produtivas;

A maximização ou minimização da função objetivo deve respeitar a disponibilidade de seus recursos físicos, capital humano e financeiro. A restrição é representada por letra “ $b$ ”.

Logo:

$$g_j(X_1, X_2, \dots, X_j) = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ij}X_j \leq b_i \quad (2)$$

Os valores  $a_{i1}$ ,  $a_{i2}$ , até  $a_{ij}$  são as quantidades de recursos gastos na produção de uma unidade da atividade produtiva  $j$ . Além disso, as outras restrições devem ser satisfeitas para determinar o valor ótimo das variáveis  $X_1, X_2, \dots, X_j$ . Assim, tem-se as seguintes inequações lineares:

$$\begin{array}{cccccccc} a_{11}X_1 & + & a_{12}X_2 & + & \dots & + & a_{1j}X_j & \leq & b_1 \\ a_{21}X_1 & + & a_{22}X_2 & + & \dots & + & a_{2j}X_j & \leq & b_2 \\ : & : & : & : & \dots & : & : & : & : \\ a_{i1}X_1 & + & a_{i2}X_2 & + & \dots & + & a_{ij}X_j & \leq & b_i \end{array}$$

Em que  $X_1 \geq 0; X_2 \geq 0; \dots; X_j \geq 0;$

Essas inequações podem ser resumidas da seguinte forma:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i \quad \text{Para todo } i = 1 \text{ a } m \quad (3)$$

$$X_j \geq 0 \quad \text{Para todo } j = 1 \text{ a } n$$

Em que,

$m$  = recursos disponíveis, então  $i = 1$  a  $m$

$n$  = atividades produtivas, então  $j = 1$  a  $n$

$X_j$  = nível de  $j$  atividades produtivas da propriedade rural ;

$c_j$  = margem bruta da  $j$  atividades produtivas;

$a_{ij}$  = quantidade do recurso  $i$  consumida na produção de uma unidade da atividade produtiva  $j$ .

$b_i$  = quantidade de  $i$  recurso disponível para o conjunto de atividades ( $b_i \geq 0$ ). As  $m$  restrições informam que o total de insumos despendidos deve ser, no máximo, igual à quantidade total disponível  $b_i$ .

Nesse modelo linear, tem-se uma combinação de atividades que maximizam o lucro ou minimizam o custo. Contudo, a estrutura do problema admite que o tomador de decisão seja indiferente ao risco. Nesse caso, o usuário otimiza a função objetivo ( $z$ ) independente da frustração (quebra) de produção e preço ou de ambos.

Na agropecuária, determinadas atividades apresentam maior retorno por unidades de áreas cultivadas, que tende ser, muitas vezes, selecionadas pelo produtor para compor o sistema de produção. Ao aplicar a programação linear no modelo de otimização, o resultado pode acabar selecionado uma atividade de maior risco, que tenderia a predominar sobre as demais ou até mesmo se tornar uma única alternativa. Todavia, o risco de trabalhar somente com uma atividade é elevado e muitas vezes os produtores não são capazes de cobrir esse

grande prejuízo. Dessa maneira, o planejamento agrícola não pode ignorar a variável risco que cada atividade está envolvida.

### 2.5.1 O Modelo Teórico: Motad<sup>3</sup>

Hazell (1971) e Hazell e Norton (1986) consideram inaceitável realizar planejamento agrícola sem a condição de risco. Assim, ele introduz a variável no modelo determinístico convencional de Programação Linear por meio do uso de uma aproximação linear, desenvolvendo o modelo teórico de Minimização do Desvio Absoluto Total (Motad), derivado do modelo de média-variância elaborado por Markowitz (1952). O novo modelo tem a finalidade de determinar a fronteira de esperança e variância, que mostra as alternativas de troca entre lucro e risco.

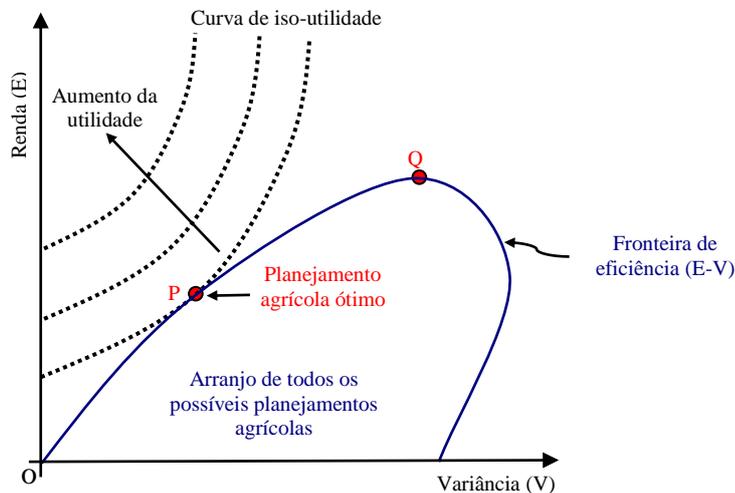
O modelo de programação quadrática segue o critério de expectativa renda-variância (E-V), assume que o agricultor tem preferência de planos alternativos para a fazenda apenas com base entre a sua renda esperada (E) e variância da renda (V). A Programação Quadrática ainda confirma que as curvas de isoutilidade são convexas, ou que o agricultor é avesso ao risco (Figura 2.12). Ao longo da curva isoutilidade  $dE / dV > 0$  (o agricultor prefere uma estratégia com V superior somente se E também forem maiores) e  $dE^2/dV^2 > 0$  (deve elevar a taxa crescente com aumento em V).

Assim, o agricultor racional deve restringir sua escolha nos planejamentos agrícolas, dos quais as variações de renda são mínimas, associando um determinado nível de renda. Logo, o objetivo da programação quadrática é desenvolver o conjunto de explorações agrícolas viáveis para o proprietário com mínima variância (V) no rendimento esperado associado ao nível Renda (E). São os chamados pares eficientes E-V, que definem uma fronteira eficiente sobre o conjunto de todos os planos de exploração agrícola viável (segmento OQ).

---

<sup>3</sup> Baseado em Hazell (1971) e Hazell e Norton (1986)

Figura 2.12 – Fronteira de eficiência para diferentes combinações de planejamento agrícola com base na expectativa de renda-variância (E-V).



Fonte: Hazell e Norton (1986)

O conjunto eficiente de E-V para planejamento agrícola pode ser derivado com a auxílio da programação quadrática. Considerando um problema de planejamento de curto prazo no qual o único coeficiente  $c_j$  é estocástico. Neste caso os custos gerais da fazenda são constantes e a distribuição da renda de um plano agrícola é totalmente especificada pela distribuição margem bruta total. Então, a variância (V) da margem bruta total é

$$V = \sum_j \sum_k X_j X_k \sigma_{jk} \quad (4)$$

Em que:

$X_j$  = nível de  $j$ -ésima atividade da propriedade;

$\sigma_{jk}$  = covariância da margem bruta entre a  $j$ -ésima e  $k$ -ésima atividades ( $\sigma_{jk}$  será variância quando  $j=k$ ).

Para obter conjunto de E-V eficiente é necessário minimizar a equação (4) para cada possível nível de expectativa de renda (E), mantendo viável o retorno diante da restrição de recurso disponível. Assim, o modelo de programação quadrática pode ser definido da seguinte forma:

$$\text{Min } V = \sum_j \sum_k X_j X_k \sigma_{jk} \quad (5)$$

Desde que,

$$\sum_j \bar{c}_j X_j = \lambda \quad (\lambda = 0, \dots, \infty) \quad (6)$$

$$\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i \quad (\text{para todo } i) \quad (7)$$

$$X_j \geq 0 \quad (\text{para todo } j) \quad (8)$$

Em que

$\bar{c}_j$  = margem bruta esperada da  $j$ -ésima atividade;  
 $\lambda$  = um escalar.

Desde de que a equação (5) é quadrática no “ $Xs$ ”, o modelo deve ser resolvido por um algoritmo de programação quadrática.

$\sum \bar{c}_j X_j$  é margem bruta total da renda ( $E$ ) esperada que é igual ao parâmetro  $\lambda$ . Variando o  $\lambda$  sobre uma gama de possível resultados (zero a infinito) por meio de procedimento paramétrico, obtém-se uma sequência de soluções da margem total bruta e a variação crescente até o valor máximo da margem bruta total possível sob as restrições de recursos. As soluções são obtidas pelo ponto de nivelamento crítico sobre a base da solução, de tal forma que a margem bruta da renda ( $E$ ) total, determinada pelo  $\lambda$ , à variância ( $V$ ) é mínima.

O modelo E-V é popularmente utilizado como análise de planejamento agrícola, mas requer o uso de um algoritmo de programação quadrática que é frequentemente problemático. Muitas vezes, o computador disponível com a opção paramétrico necessária só pode lidar com problemas de dimensões limitadas, o que torna impraticável seu emprego para muitas situações reais. Para ultrapassar este problema Hazell (1971) propôs minimizar o desvio médio absoluto ao invés da variância, que permitiu o modelo ser resolvido mediante a rotina de programação linear e estabelecendo um resultado de fronteira eficiente comparável à programação quadrática (modelo E-V).

A abordagem de Hazell (1971) é mais relevante quando a variância da renda agrícola é estimada usando as séries temporais (ou *cross-section*) da amostra de dados. Neste caso, a medida da variância do rendimento utilizado na programação quadrática é apenas uma estimativa estatística da verdadeira variância. Como tal, não há nenhuma razão para que as

estimativas alternativas da variância não devam ser utilizadas, e particularmente aqueles que podem ser calculados a partir de estimadores lineares. Assim, o autor propôs a utilização de estimativas de variância com base na amostra desvio absoluto médio (MAD).

Se os dados da amostra e os procedimentos clássicos para estimar variâncias e covariâncias das amostras são usados, a variação de renda estimada no modelo de programação quadrática da equação (4) tem-se:

$$\hat{V} = \sum_j \sum_k X_j X_k \left[ \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (c_{jt} - \bar{c}_j)(c_{kt} - \bar{c}_k) \right] \quad \text{Para } t(1, \dots, T) \quad (9)$$

Em que T é a amostra de observação,  $c_{jt}$  é a margem bruta da  $j$ -ésima atividade no  $t$ -ésimo ano com a margem bruta média  $\bar{c}_j$  e  $c_{kt}$  margem bruta da  $k$ -ésima atividade no  $t$ -ésimo ano com a margem bruta média  $\bar{c}_k$ .

Assim, tomando o somatório sobre  $t$  e fatorial, a variância estimada torna

$$\hat{V} = \frac{1}{T-1} \sum_t \left[ \sum_j c_{jt} X_j - \sum_j \bar{c}_j X_j \right]^2$$

$$\hat{V} = \frac{1}{T-1} \sum_t [Y_t - \bar{Y}]^2 \quad (10)$$

Isto é, a variância do rendimento agrícola para um dado planejamento pode ser estimada como uma agregação das variâncias e covariâncias da amostra das atividades individuais, (equação Para  $t(1, \dots, T)$  (9), ou pode simplesmente ser obtida pelo cálculo de rendimento agrícola  $Y_t$ , correspondente a cada observação da amostra sobre as margens brutas das atividades e estimativa da variância da única variável aleatória  $Y$  (equação (10).

Esta transformação permite que o estimador MAD da variância de  $Y$  seja usado. O estimador MAD é

$$\tilde{V} = F \left\{ \left( \frac{1}{T} \right) \sum_t \left| \sum_j c_{jt} X_j - \sum_j \bar{c}_j X_j \right| \right\}^2$$

$$\tilde{V} = F \left\{ \left( \frac{1}{T} \right) \sum_t |Y_t - \bar{Y}| \right\}^2 \quad (11)$$

em que  $F$  é uma constante que se relaciona com a amostra MAD da variância da população. Especificamente,  $F = T\pi / 2 (T - 1)$ , onde  $\pi$  é a constante.

A atração do estimador MAD é que se substituir (11) para (5) no modelo de programação quadrática, então um modelo de programação linear pode ser derivado. Logo o desvio da renda agrícola é a média do  $t$  ano, sendo indicado por  $D_t^+$  se for positivo, e por  $D_t^-$  se for negativo. Então

$$D_t^+ - D_t^- = \sum_j c_{jt} X_j - \sum_j \bar{c}_j X_j \quad \text{Para todo } t \quad (12)$$

Note que  $D_t^+$  e  $D_t^-$  são ambos não-negativos nessa formulação, de modo que eles mensuram o tamanho do desvio absoluto médio da renda. Além disso, apenas um deles pode ser maior que zero a cada ano, já que o desvio não pode ser positiva e negativa ao mesmo tempo. Agora

$$\sum_t (D_t^+ + D_t^-)$$

Mensura a soma dos valores do desvio absoluto do planejamento agrícola, então o estimador MAD da variância torna

$$\tilde{V} = F \left\{ \left( \frac{1}{T} \right) \sum_t (D_t^+ + D_t^-) \right\}^2$$

Desde que  $F/T^2$  é constante para um dado problema da propriedade, pode-se dividir  $\tilde{V}$  por meio do  $F/T^2$  para obter

$$W = \left( \frac{T^2}{F} \right) \tilde{V} = \left\{ \sum_t (D_t^+ + D_t^-) \right\}^2$$

Também é admissível tomar a raiz quadrada de  $W$ , desde que o *ranking* do planejamento agrícola por  $W^{1/2}$  seja o mesmo que o *ranking* por  $W$ . Então, segue a programação linear alternativa para o problema quadrático de (5) a (8). Desde que a função objetivo no modelo o desvio total absoluto é minimizado chama-se de Motad.

Assim, o modelo proposto por Hazell (1971) seguem a seguinte estrutura

$$\min W^{1/2} = \sum_t (D_t^+ + D_t^-) \quad (13)$$

Desde que

$$\sum_j c_{jt} X_j - \sum_j \bar{c}_j X_j - D_t^+ + D_t^- = 0 \quad \text{Para todo } t \quad (14)$$

e

$$\sum_j \bar{c}_j X_j = \lambda \quad (\lambda = 0, \dots, \infty) \quad (15)$$

$$\sum_j a_{ij} X_j \leq b_i \quad (\text{para todo } i) \quad (16)$$

$$X_j, D_t^+, D_t^- \geq 0 \quad (\text{para todo } j, t) \quad (17)$$

Esse modelo pode ser resolvido por programação linear paramétrico para obter o conjunto de planejamento agrícola eficiente de E-V. Uma vez que esses planos foram obtidas da variação de sua renda e pode ser calculado usando o estimador MAD  $\tilde{V} = (F/T^2)W$ . Alternativamente, se as variâncias e covariâncias da margem bruta da atividade são calculadas, então se pode aplicar o estimador clássica da equação (9) para o nível da atividade conhecida. A última é a preferida, uma vez que estatisticamente tem menor variância da amostragem.

Tsiang (1972) e Peres (1976) indicam no entanto que se pode utilizar a forma quadrática como uma aproximação da verdadeira função de utilidade por sua expansão pela Série de Taylor em torno de um determinado ponto. Isso nos permite inferir sobre a aversão revelada ao risco dos produtores da propriedade representativa.

Após Hazell ter desenvolvido a abordagem que minimiza o desvio absoluto total (Motad) em vez de variância, o problema de otimização pôde ser solucionado usando a programação linear. Surgiram, então, trabalhos como os de Brink e McCarl (1978), Schurle e Erven (1979) e Held e Zink (1982) para mostrar a importância do componente risco no planejamento agrícola.

Brink e McCarl (1978) incorporaram o risco no modelo de planejamento agrícola para determinar a proporção ótima de área de produção de grãos (soja, milho e trigo), englobando a dupla safra da soja, além do cronograma de atividades (preparo do solo, plantio e colheita) da propriedade. Os autores maximizaram o retorno dos produtos com a inclusão do risco de cada um deles, sob o critério de desvio total da margem bruta. E o resultado mostrou que o produtor deveria plantar menos milho e mais soja, contrariando o planejamento executado no período analisado. No caso da exploração de risco, a atitude individual do produtor indicou que a aversão ao risco não é, em geral, um fator importante na escolha da superfície de cultivo no grupo de estudo. Essa afirmação está baseada na dificuldade de explicar as superfícies cultivadas pelo agricultor observado em relação à aversão ao risco. Além disso, muitos fazendeiros desconsideraram a expectativa de preço e produtividade. Contudo, os autores sugerem que, em vez de formalmente mudar o modelo de cultura no planejamento, os agricultores sejam motivados para quem o risco é importante.

Schurle e Erven (1979) avaliaram a propriedade representativa com capacidade de produzir milho, soja, trigo, pepino e tomate por meio da colheita mecanizada e manual. Os autores minimizaram o desvio total absoluto da margem bruta das atividades, tendo como restrições do modelo a área, mão de obra disponível, capacidade da máquina e uso da área. No caso do capital assume-se que não é limitante. O estudo dos autores reporta três cenários: um só com a atividade de grãos (soja, milho e trigo), outro incorporando a produção de pepino e tomate com produtividade de 20 toneladas por acre e, por último, a mesma alternativa de produção anterior com a produtividade do tomate em 24 toneladas por acre. O resultado mostrou que a escolha da atividade da fazenda difere substancialmente em retornos acima da média dos custos variáveis e no desvio padrão dos retornos para as alternativas da empresa.

Held e Zink (1982) utilizaram Motad na programação linear para analisar a mudança na atividade e reduções associadas à variabilidade de renda. O foco do trabalho foi comparar as culturas alternativas e sistemas de pecuária de um modelo de fazenda de 400 acres, incluindo: a) um sistema de culturas com o gado e sem gado b) dois sistemas de integração lavoura pecuária (venda ou novilhos de sobreano ou gordura bois). Finalmente, a posição de risco de renda dos produtores que é comparado ao risco agrícola eficiente planos obtidas por LP Motad para avaliar se os produtores da área tendem a ser avessos ao risco no planejamento de seu mix da empresa. O modelo de propriedade representativa formulada pelos autores considera produção de *sugar beets* (beterraba para produção de açúcar), feijão, alfafa, milho, milho para silagem e aveia, tendo como restrições do modelo a área, mão de obra, máquina,

uso da área e capital assumido não limitante, por conta da disponibilidade do capital próprio e emprestado. O resultado mostrou que o sistema integração lavoura pecuária aumenta a renda e diminui a variabilidade da renda líquida da propriedade em relação ao sistema lavoura, pois a correlação de retorno entre pecuária e lavoura é negativa.

No Brasil, trabalhos mais recentes como de Peres (1981), Araújo (1997) e De Zen (2002) utilizaram o Motad para explicar diferentes situações de tomada de decisão sob condição de risco. Peres (1981) procurou identificar as causas da persistência da baixa produtividade da cultura do milho no estado de São Paulo, através do estudo do comportamento do produtor frente a situações de risco. Para isso, utilizou o enfoque da Média-Variância, por meio da qual foi possível melhorar sensivelmente o desempenho da Programação Linear. Ao mesmo tempo, o modelo desenvolvido não permitiu explicar a persistência da baixa produtividade do milho como forma racional de decisão do agricultor para reduzir riscos.

Araújo (1997), por sua vez, utilizou a ferramenta Motad para avaliar os diferentes padrões de desempenho técnico-econômico das principais atividades das empresas típicas da região de Santa Catarina, sob condições de risco. O resultado mostrou que a eficiência econômica da empresa não depende somente de disponibilidade de fatores físicos de produção e variabilidade da margem bruta, mas também de fatores sociais.

Para De Zen (2002), o principal objetivo era explicar a importância da diversificação de atividades como estratégia de gerenciamento de risco em empresas agrícolas de diferentes tamanhos. Os modelos de propriedades representativas formulados pelos autores foram Carazinho-RS (pequena propriedade) e Tangará da Serra-MT (grande propriedade). Em Carazinho, foi considerada uma propriedade com soja, milho, trigo e pecuária, enquanto para Tangará da Serra, predominaram as culturas de soja, milho, algodão e pecuária, tendo como restrições do modelo a área, mão de obra, máquina, uso da área e capital assumido não limitante por conta da disponibilidade do capital próprio e emprestado. Os autores utilizaram a ferramenta Motad, mas os desvios utilizados foram calculados em relação à regressão linear simples da receita bruta contra o tempo, que tem a função de repetir a expectativa do produtor. A regressão é determinada pelos resultados econômicos das safras anteriores e incorpora a tendência de crescimento da produtividade. O resultado mostrou que o produtor não está indiferente ao risco independente do tamanho. O produtor de Carazinho tem ainda maior taxa de aversão ao risco que o de Tangará da Serra.

O presente trabalho diferencia-se dos comumente encontrados na literatura por propor um modelo de planejamento agrícola que prevê o uso intensivo do solo por meio de duas safras no ano agrícola. Além disso, o crédito agrícola disponível por pessoa física para a produção de grão e cereais no Brasil é insuficiente para financiar custeio da propriedade representativa de Mato Grosso. Assim, os produtores antecipam a venda da produção, o que difere dos modelos de planejamento propostos nos trabalhos anteriores. No estudo de Brink e McCarl (1978), por exemplo, alternativas de comercialização não foram totalmente retratadas na determinação da receita da propriedade. Já a pesquisa realizada por De Zen (2002) determinou a fronteira de eficiência da propriedade do Rio Grande do Sul e Mato Grosso, mas a análise do planejamento agrícola limitou-se à incerteza do preço e da produtividade. Este trabalho procurou tratar a incerteza por meio da rentabilidade do produto de dez temporadas (2000/01 a 2009/10).

O sistema de produção de grãos de Mato Grosso tem se intensificado, tornando essencial o entendimento do complexo e dinâmico fluxo econômico-financeiro da produção como multiproduto com duas safras no mesmo ano agrícola. A decisão de incrementar a produção agrícola visa reduzir o custo fixo da propriedade com máquinas, mão de obra permanente, despesas gerais e diminuir a sazonalidade do fluxo de caixa. Contudo, é necessário descobrir a taxa de risco assumida nesse caso. A seção seguinte detalha o modelo de estudo para o planejamento agrícola.



### **3 METODOLOGIA**

Este capítulo está organizado em duas partes. A primeira apresenta o método de pesquisa e procedimento, subdividido em quatro tópicos. Inicialmente descreve-se a escolha do local de pesquisa e limite da amostra. Em seguida, é discutido o conceito de propriedade rural representativa. Tem-se ainda o método de coleta de dados primários, a estrutura do custo de produção da propriedade, a fonte e o método de apuração dos custos da propriedade. E, por último, apresenta-se a padronização dos dados coletados. Na segunda parte do capítulo, discute-se o modelo teórico proposto para o planejamento agrícola com uso da ferramenta de pesquisa operacional.

#### **3.1 Método de pesquisa e procedimentos**

Pode-se dizer, de forma breve, que este trabalho consiste na elaboração de uma pesquisa aplicada, quantitativa, que combina um modelo teórico de planejamento rural que utiliza técnicas de pesquisa operacional para explicar e compreender as diferentes alocações de atividades e recursos na propriedade agrícola no processo de decisão. Esses modelos estão apoiados nos princípios de gestão de propriedade desenvolvidos por Barnard e Nix (1973) e de alocação dos recursos com incerteza proposto por Hazell (1971). Para Bertrand e Fransoo (2002, p. 242), a modelagem quantitativa está baseada em grupo de variáveis que oscilam sobre um domínio específico e pela relação causal entre essas variáveis.

Os procedimentos técnicos no trabalho foram realizados em duas etapas: a primeira identificou, sistematizou e apresentou a estrutura de uma propriedade rural representativa com multinegócio. Este procedimento envolveu análises das atividades e dos custos de produção dos processos produtivos encontrados no estabelecimento, bem como do fluxo de caixa gerado por estes processos. A segunda etapa, por sua vez, utilizou técnicas de pesquisa operacional para propor um modelo de planejamento para uma propriedade representativa que produzisse um ou mais produtos. A avaliação do planejamento, porém, limitou a decisão tática da propriedade com múltipla atividade para uma safra.

O modelo desenvolvido nesta tese pretende avaliar uma propriedade representativa de grãos com seis diferentes estratégias de produção agrícola: a) somente com soja, b) com soja e milho na primeira safra, c) com soja e milho na primeira safra e milho na segunda safra, d) com soja e milho na primeira safra e milho na segunda safra, e) com soja, milho e algodão

na primeira safra e milho na segunda safra, f) com soja e algodão na primeira safra e milho na segunda safra.

### 3.1.1 Escolha do local de pesquisa

A produção agrícola de algodão, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale somou 162,9 milhões de toneladas na safra 2010/11, de acordo com dados da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento). No grupo das fibras, cereais e oleaginosas, a soja e o milho são os mais cultivados no Brasil, respondendo por 81,5% da produção total (Conab, 2011).

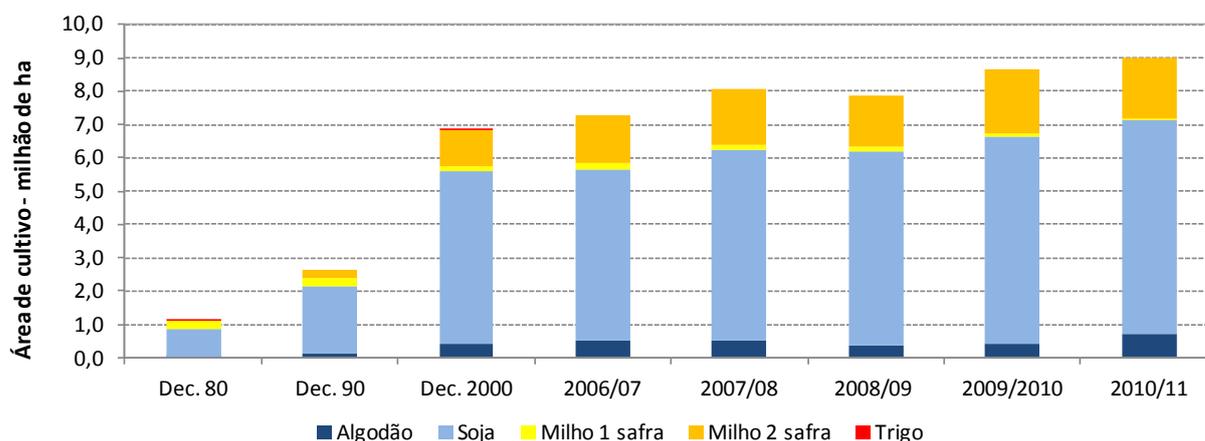
A área plantada com soja na safra 2010/11 cresceu 3,04% em relação à temporada anterior, passando para 24,18 milhões de hectares. No caso do milho (primeira e segunda safras), o aumento foi ainda maior, de 6,5%, para 13,84 milhões de hectares (Conab, 2011). Principal estado produtor de soja, milho inverno (segunda safra), bem como de algodão em pluma, o Mato Grosso respondeu, na média das últimas cinco safras (de 2005/06 a 2009/10), por 28,95% da produção nacional da oleaginosa, 37,03% de milho segunda safra e 50,44% de algodão.

O Brasil é um dos poucos países capazes de promover duas safras agrícolas na mesma área, em um período de 12 meses. Essa condição se deve ao desenvolvimento tecnológico de sementes e, principalmente, ao sistema de semeadura direta adaptado à condição edafoclimática. Com isso, as propriedades têm diferentes opções de culturas para combinar na região produtora.

No estado de Mato Grosso, a opção de verão é soja, algodão e milho verão, enquanto no inverno, predomina a produção de milho. Por meio da Figura 3.1, é possível observar a evolução dessas culturas, em termos de área cultivada. Na década de 80, a opção de cultivo no verão era basicamente a soja, com o milho representando uma pequena parcela. Naquele período, 75,8% da área foi ocupada pela oleaginosa. Na década de 90, a participação da soja na safra de verão salta para 85,33%; o milho fica com 10,41% e o algodão, com 4,26%. Vale lembrar que começam a surgir algumas áreas de cultivo de milho safrinha como opção de segunda safra. Na década de 2000, na primeira safra a participação da soja passa para 90,03%, algodão fica com 7,23% e o milho, com 2,73%. Por outro lado, o milho segunda safra ocupa em torno de 20,70% da área de cultivo do estado de Mato Grosso. De modo geral, no balanço dos últimos cinco anos, nota-se forte presença da soja como opção de primeira safra – com 94% da área total –, ultrapassando 6 milhões de hectares em Mato Grosso. Quanto à segunda

safrinha, a preferência é pelo milho safrinha com 28,42% da área de total, sendo semeado mais de 1,7 milhão de hectares.

Figura 3.1 – Evolução da área de produção de soja, milho primeira safra (Milho 1 safra), algodão, milho segunda safra (Milho 2 safra) e trigo no Mato Grosso para as décadas de 80, 90, 2000 e entre as safras 2006/07 e 2010/11.



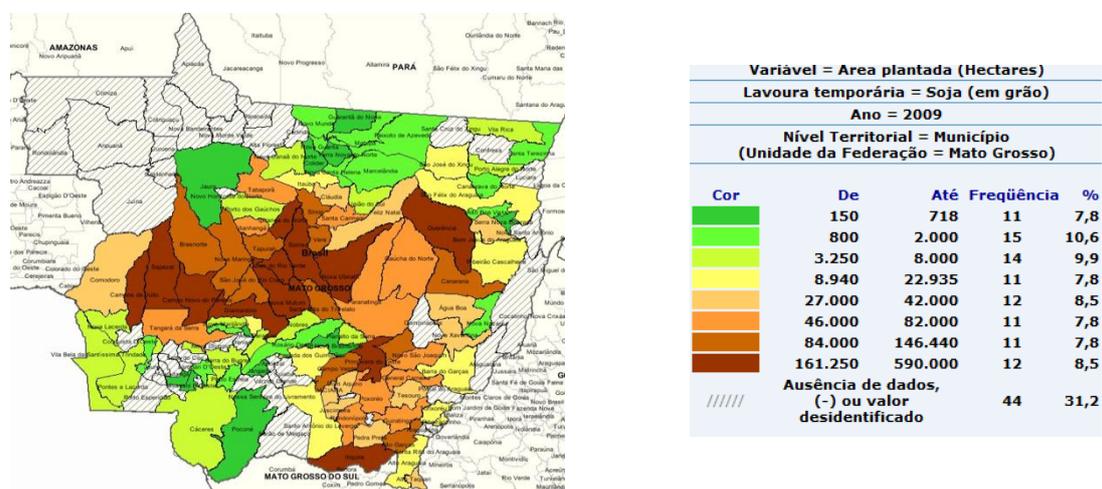
Fonte: Conab (2011) – elaborado pelo autor.

O estudo analisou propriedades típicas de produção de cereais/fibras em duas regiões de Mato Grosso: Sorriso e Campo Novo do Parecis, que, de acordo com dados do IBGE, se destacam por compor as principais microrregiões produtoras do estado. Em 2009, a microrregião do Alto Teles Pires, que abrange Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum e Nova Ubiratã, Ipiranga do Norte, Tapurah e Santa Rita do Trivelato, respondeu por 32,7% de toda soja produzida no estado. Para o milho, a participação foi de 38,2% (IBGE, 2011). Composta por Campo Novo do Parecis, Sapezal, Campo de Julio, Comodoro e Diamantino, a microrregião de Parecis cultivou o equivalente a 19,9% do volume total de soja produzida no estado naquele ano. No caso do milho, participou com 22,2% e, para o algodão, com 29,9%.

Só o município de Sorriso respondeu por 10,2% da produção de soja do estado e 11% da quantidade colhida de milho, enquanto Campo Novo do Parecis participou com 5,4% do cultivo da oleaginosa, 7% do milho e 4,2% do algodão. A amostra do estudo foi não probabilística intencional, selecionando-se o sistema de produção agrícola da propriedade típica ou representativa da região. Os principais produtos agrícolas cultivados no estado de Mato Grosso estão relacionados entre as Figuras 3.2 e 3.4.

A Figura 3.2 ilustra a distribuição geográfica da produção de soja no Mato Grosso, em 2009. A divisão considera quatro regiões: Alto Teles Pires (que engloba municípios da BR-163, na região central do estado), oeste de Mato Grosso, também conhecido como Parecis, sudeste de Mato Grosso – próximo a serra de São Vicente, tendo como destaque os municípios de Primavera do Leste e Campo Verde – e leste de Mato Grosso, representado por Querência, Canarana e Água Boa.

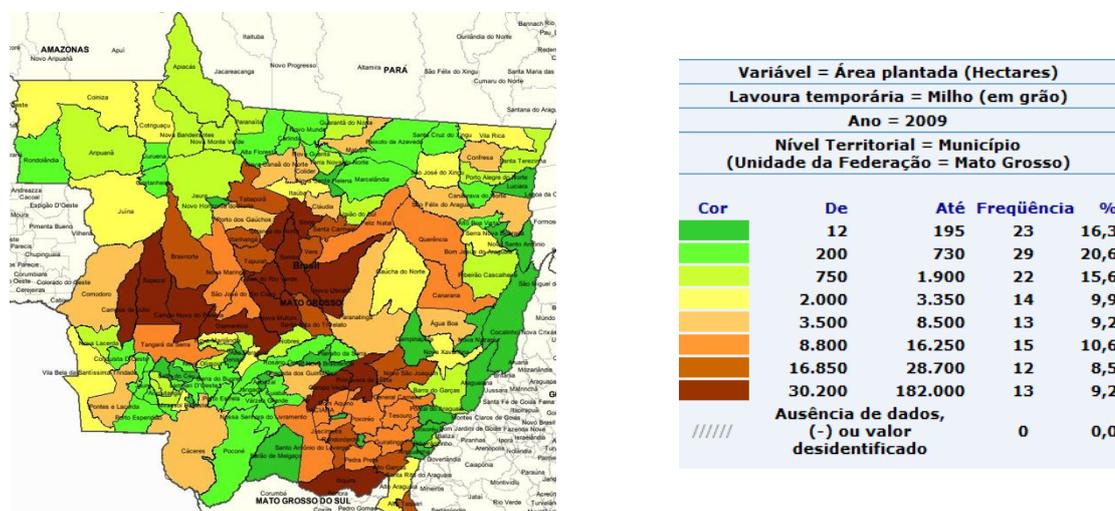
Figura 3.2 – Distribuição espacial da cultura da soja no estado de Mato Grosso no ano de 2009.



Fonte: IBGE (2011) – elaborado pelo autor.

A produção matogrossense de milho e soja se concentra nas regiões de Alto Teles Pires, Parecis e Primavera do Leste (Figura 3.3). Normalmente, produtores optam por cultivar a oleaginosa, seguida do milho.

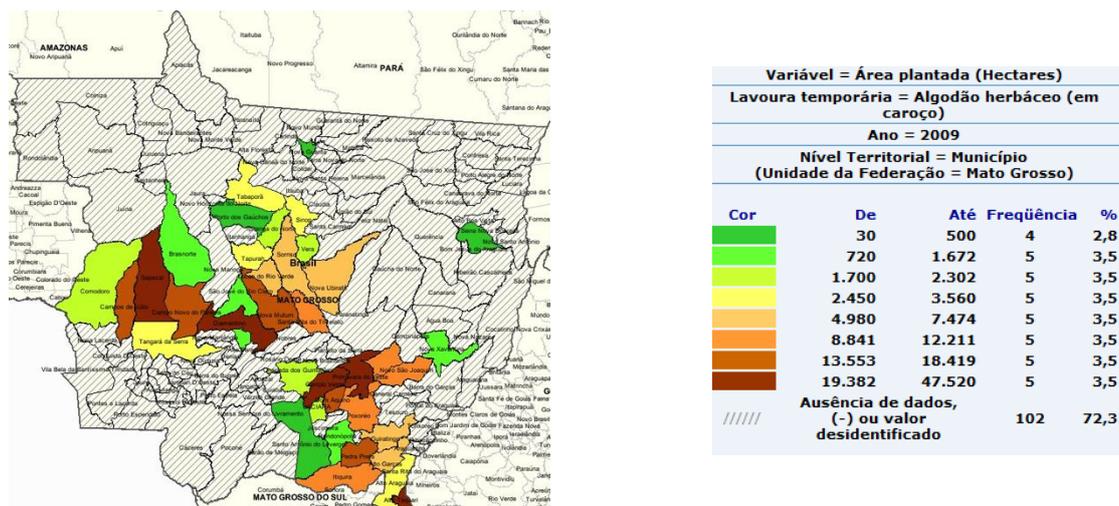
Figura 3.3 – Distribuição espacial da cultura do milho no estado de Mato Grosso no ano de 2009.



Fonte: IBGE (2011) – elaborado pelo autor.

A produção de algodão, por sua vez, predomina em dois pólos (Figura 3.4). Trata-se da região oeste de Mato Grosso, sendo Sapezal e Campo Novo do Parecis os maiores produtores, e do sudeste do estado, com destaque para os municípios de Primavera do Leste e Campo Verde.

Figura 3.4 – Distribuição espacial da cultura do algodão no estado de Mato Grosso no ano de 2009.



Fonte: IBGE (2010) – elaborado pelo autor.

A partir desses dados secundários limitou-se a análise desse estudo para a propriedade representativa mato-grossense de Sorriso e Campo Novo do Parecis-MT com soja, milho e algodão.

### 3.1.2 Propriedade típica ou representativa

A propriedade típica ou representativa é um método de captação de dados amplamente utilizado pelas universidades norte-americanas, em especial a Universidade do Texas (Texas A&M University). A primeira referência sobre o assunto foi apresentada na década de 20, por Elliot, que destacou o assunto com base microeconômica da teoria da firma marshalliana.

Para Elliot (1928, p. 486), o termo fazenda típica ou representativa é definido como “uma fazenda modelo comum a um mesmo universo ou que é representativo para um grupo de agricultores que se utiliza da mesma tecnologia e faz a mesma coisa”. Esse conceito ultrapassa o aspecto modal, de forma que uma fazenda típica não representa a moda de todas as propriedades do mesmo universo.

Nessa linha, Sheehy e Mcalexandre (1965) consideram que o método consiste em se definir um universo de fazendas, selecionando uma propriedade representativa. Assim, é possível desenvolver planos ótimos de utilização da fazenda típica, maximizando sua exploração.

Para Feuz e Skold (1991), uma importante característica da fazenda típica é que as bases dos recursos e das tecnologias são comuns entre si, não se tratando de uma média dos grupos das fazendas. Recursos, incluindo terra, trabalho, capital e níveis tecnológicos, além do valor dos produtos produzidos, são frequentemente considerados para se definir esses tipos de fazendas.

Quanto à aplicabilidade da fazenda representativa, ela pode auxiliar no exame de políticas públicas e privadas. Amplamente utilizada nos Estados Unidos para a elaboração da política agrícola, a ferramenta também foi estudada para guiar a base política da fazenda específica, com ajustes e o efeito renda sobre cada ajuste (proteção de renda), conforme Plaxico e Tweeten (1963).

Taylor *et al.* (2005) utilizou o modelo de fazenda representativa e simulou o impacto das mudanças políticas no rendimento agrícola a partir de modelo estocástico. A fazenda representativa foi da região norte de Dakota, que administra cinco culturas (trigo, cevada, milho, soja e girassol). Foram analisadas quatro variáveis: receita média líquida da propriedade, taxa da dívida em relação ao ativo, empréstimos de dinheiro e preços da terra agrícola.

### 3.1.3 Painel e estrutura de custo de produção

As informações primárias foram coletadas durante seis anos (entre 2004 e 2010) por meio de painéis, método que consiste em reunir produtores, técnicos, pesquisadores e comerciantes para discutir e descrever o sistema de produção representativo da região em estudo.

Para estruturar o custo de produção da propriedade, foram tomadas como base as definições de Bornia (1995), cujo princípio de custeio é variável ou direto e o método de alocação do custo fixo ou indireto é pelo método do centro de custo. Assim, adotaram-se os seguintes critérios:

- Os custos variáveis referem-se à parte do custo que varia conforme a quantidade produzida. No caso em questão, eles englobam os gastos com insumo, tributos de comercialização, operação mecânica, mão-de-obra, serviço terceirizado, comercialização agrícola, transporte e despesas gerais;
- Os custos fixos são compostos por elementos que independem do nível de atividade da empresa, de modo que o seu valor não se altera com base no volume produzido. A depreciação das instalações e máquinas e implementos agrícolas e a remuneração dos fatores (terra e capital investido) são alguns desses elementos. A alocação do custo fixo pelo método dos centros de custo é tratada neste trabalho em duas fases: na primeira, divide-se a empresa em centros de custos e identificam-se os itens representativos para proceder à alocação dos valores. Na segunda, a distribuição dos custos indiretos é feita dos centros aos produtos. As principais bases de rateio empregadas foram hora de mão-de-obra para trabalhadores gerais, horas-máquina para máquina/equipamentos gerais e tempo (mês) de uso da terra para o custo da terra.

Todas as informações coletadas foram introduzidas em planilhas eletrônicas. Elas detalham o tamanho da propriedade (área agrícola, área de pastagem, área de reserva legal e preservação permanente), número de máquinas, equipamentos, benfeitorias e mão-de-obra (fixa e temporária). Em seguida, são descritos os passos do processo de produção na propriedade, tais como: coeficientes técnicos relacionados ao tempo de uso das máquinas e equipamentos e quantidade de insumos e de horas trabalhadas. A partir dessas informações, determinam-se o custo com insumos e a operação mecânica.

O custo com insumos refere-se à quantidade de fatores utilizados no processo de produção do produto final, para uma determinada tecnologia, multiplicada pelo seu preço de compra. É composto por corretivos (calcário e gesso agrícola), fertilizantes, fertilizantes foliares, defensivos agrícolas (herbicidas, inseticidas, fungicidas, inoculantes, óleo e adjuvantes), regulador de crescimento (algodão), sementes e mudas.

O custo com operação mecânica, por sua vez, corresponde ao conjunto de ações com tratores e implementos agrícolas no processo produtivo. Assim, as operações mecanizadas terrestres, com máquinas próprias, são compostas por: preparo do solo (aração, gradagem, subsolagem, conservação de terraço e outros), distribuição de calcário, semeadura, adubação, distribuição de adubo complementar (cobertura), pulverização (aérea e PPI – Pré-plantio incorporado), capina mecânica, colheita, destruição de soqueira da cultura, roçagem, aceiro de cerca/divisa, transporte interno de água, insumos (semente e fertilizantes) e regularização das estradas internas. O custo da operação mecânica é o produto entre o coeficiente técnico e o custo horário da operação.

Para cada uma das operações mecânicas supracitadas, existe um tempo gasto na sua execução. Logo, o coeficiente técnico refere-se ao tempo necessário para realização de cada operação numa determinada unidade de área (hectare, alqueire e outros), sendo expresso em hora-máquina/ha (h/maq/ha). O custo horário da máquina é composto por gasto com o óleo diesel, além da manutenção preventiva da mesma. O consumo de diesel varia conforme a combinação da máquina e do implemento agrícola. No caso desse estudo, adotou-se o consumo de 0,12 litro por hora por CV (Cavalo Vapor)<sup>4</sup>, que representa a média ponderada de consumo nas diversas operações mecânicas para as diferentes marcas de motores.

Devido à dificuldade em calcular a vida útil e a taxa de manutenção das máquinas usadas, foram tomadas como referência informações de modelos novos para todas as máquinas e implementos existentes na propriedade típica. Assim, o custo de manutenção segue as recomendações técnicas preventivas e a durabilidade garantida pelas empresas. Para determinar o custo horário da manutenção, considerou-se o valor de venda da máquina e do implemento de 20% do valor do novo. Embora a vida útil das máquinas e implementos varie

<sup>4</sup> O valor 0,12 é o consumo médio de óleo diesel em litros por CV. Para obter esse valor, é preciso considerar um fator para motores diesel, de 0,163 LkW<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, e que 1 CV equivale a 735 kW. A fórmula torna-se:

$$\left( 0,12LHP = 0,163 * \frac{L}{Kw} * \frac{Kw}{1,34CV} \right).$$

Valores extraídos de: MOLIN, J.P.; MILAN, M. Trator implemento: dimensionamento, capacidade operacional e custo. In.: GONÇALVES, J.L. de M.; STAPE, J.L. (Editores) **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. 498p.

de acordo com o usuário, este trabalho baseou-se nos valores médios estipulados pela ASAE (*American Society of Agricultural Engineers*, em inglês), conforme a Tabela 3.1 e a Tabela 3.2.

Tabela 3.1 – Valores considerados para taxa de manutenção e vida útil dos tratores, das colhedoras e dos autopropelidos.

Máquinas	Tx. Manutenção (%)	Vida útil (Horas)
Autopropelido	70	12.000
Colhedora de algodão	80	4.000*
Colhedora de grãos	70	4.000*
Trator de pneu 4x2	100	12.000
Trator de pneu 4x4	80	12.000
Ensiladora (autopropelido)	55	4.000*

\* adaptado para a realidade brasileira

Fonte: *American Society of Agricultural Engineers (ASAE)*<sup>5</sup>

Tabela 3.2 – Valores considerados para taxa de manutenção e vida útil dos implementos.

Máquinas	Tx. Manutenção (%)	Vida útil (Horas)
Arado	100	2.000
Carreta 2 rodas (4 t)	80	3.000
Carreta 4 rodas (7 t)	80	3.000
Distribuidor de calcário (hidr)	80	1.200
Distribuidor de calcário 4 rodas (7 t)	80	1.200
Grade leve	60	2.000
Grade niveladora	60	2.000
Grade pesada	60	2.000
Pulverizador 600 litros	60	1.500
Pulverizador 2000 litros	70	1.500
Semeadora convencional	75	1.500
Semeadora para Plantio direto	75	1.500
Bass-boy	75	3.000
Prensa	75	3.000
Roçadeira	150	2.000
Enxada Rotativa	80	2.000
Cultivador de solo	80	1.500
Subsolador	75	2.000
Tanque de água	50	3.000
Ensiladora lateral	60	2.500
Prensa de Feno (fardo retangular)	75	3.000
Prensa de Feno (rolo)	90	1.500

Fonte: *American Society of Agricultural Engineers (ASAE)* – adaptado pelo autor

<sup>5</sup> American Society of Agricultural Engineers (ASAE). **Agricultural Machinery Management Data**. Asae. D497.4, janeiro/1998.

No caso da mão de obra, consideram-se dois tipos de empregados, o fixo e o temporário. O primeiro recebe salário mensal, do qual são recolhidos os encargos sociais e provisionamentos, correspondentes a 45,6% do valor total. Já os trabalhadores temporários são pagos com base no valor da diária da região, considerando-se encargo social e provisionamento de 33,03%. No caso do safrista (empregado rural c/ contrato), o recolhimento do encargo social e provisionamento representa 37,31% do salário.

Com serviços terceirizados, o custo refere-se à contratação de agente e/ou serviço para a realização de tarefas da propriedade, entre elas capina manual, colheita manual, colheita mecânica, pulverização aérea, transporte da produção, beneficiamento e armazenagem.

Das despesas do produtor com comercialização, citam-se a recepção, limpeza, classificação, padronização e a própria comercialização do produto. Assim, são considerados, por exemplo, gastos com embalagens e comissão do corretor, além do custo de transporte da produção da propriedade até o local de venda.

As despesas gerais da fazenda, por sua vez, correspondem aos custos envolvidos para o funcionamento da empresa que são difíceis de ser alocados para cada atividade explorada, tais como: energia elétrica, telefone, contabilidade rural, escritório de advocacia, exame médico admissional e demissional, análise do solo, empregados gerais e administrativos, deslocamento do produtor rural, transporte de funcionário, manutenção das instalações, EPI (Equipamento de proteção individual), garrafa d'água, enxadas, foices, entre outros.

Arrendamento<sup>6</sup>: refere-se ao custo do aluguel da terra de terceiro para o cultivo de determinado produto num intervalo de tempo, conforme o artigo 3 da Lei 4.504/64. A lei impõe a limitação no valor do contrato em 15% sobre o valor cadastral do imóvel arrendado, possibilitando a ampliação do percentual em até 30% se o arrendamento recair sobre a área selecionada para a exploração intensa de alta rentabilidade. Contudo, a prática mais comum é o valor fixo do aluguel atrelado em saca de soja ou tonelada de cana-de-açúcar.

Incluída no custo variável de produção, a despesa financeira decorre, por exemplo, de dívida gerada com a tomada de financiamento para custeio. Nesse caso, cobra-se juro sobre

---

<sup>6</sup> Arrendamento rural é o contrato agrário pelo qual uma pessoa se obriga a ceder à outra, por tempo determinado ou não, o uso e gozo de imóvel rural, parte ou partes do mesmo, incluindo, ou não, outros bens, benfeitorias e ou facilidades, com o objetivo de nele ser exercida atividade de exploração agrícola, pecuária, agro-industrial, extrativa ou mista, mediante certa retribuição ou aluguel, observados os limites percentuais da Lei.

capital de giro (recurso necessário para financiar a atividade da empresa durante o ciclo de produção). O índice considerado é a combinação das diferentes taxas de juros cobradas pelas fontes de crédito.

Já a despesa com tributos de comercialização corresponde aos impostos descontados no momento da venda do produto, entre eles os 2,3% da CESSR (Contribuição Especial da Seguridade Social Rural) sobre o valor bruto de comercialização. Neste trabalho, são incluídos os tributos específicos cobrados no estado de Mato Grosso: Fethab (Fundo Estadual de Transporte e Habitação), que incide 19,21% UPF/MT (Unidade Padrão Fiscal do Estado de Mato Grosso) sobre a tonelada de soja comercializada e 20,47% UPF/MT sobre a tonelada do algodão em pluma, Facs (Fundo de Apoio a Cultura da Soja), que se incide 2,52% UPF/MT sobre a tonelada de soja comercializada, e IMA/MT (Instituto Mato Grossense do Algodão), com 69,39% do UPF/MT a partir da safra 2008/09.

A estrutura do custo fixo compreende a depreciação, despesas gerais fixas e remuneração dos fatores.

Depreciação de máquinas, implementos e instalações: refere-se ao valor que o produtor deve recuperar anualmente em relação ao capital investido durante a vida útil. Neste trabalho, o método utilizado foi a depreciação capitalizada proposta por Groover (2001) e Barros (2007). Embora o valor fixo anual a ser recuperado pela propriedade tenha denominação diferente entre os autores – custo uniforme anual (UAC – *uniform annual cost*) para Groover (2002) e custo anual de reposição do patrimônio (Carp) para Barros (2007) –, a fórmula e os objetivos são os mesmos. Assim, tem-se

$$CARP_{maq} = frC_{maq} * CR_{maq} \quad (18)$$

Em que:  $frc$  é o fator de recuperação ( $frc$ ) do capital e Custo de Reposição ( $CR$ ) é o valor de mercado para reposição do bem. O fator  $frc$  leva em conta o custo de oportunidade do capital ( $r$ ) e a vida útil ( $v$ ).

$$frC_{maq} = \frac{(1+r)^v r}{(1+r)^v - 1} \quad (19)$$

Assim, o valor do CARP é fixo, sendo subtraído da receita da propriedade anualmente. Para determinar o Custo de reposição ( $CR$ ), considerou-se o valor novo da máquina ou implemento menos o valor de venda da máquina ou do implemento usado, cuja

diferença calculada foi de 20%. A vida útil das máquinas e implementos está em horas, respectivamente, nas Tabela 3.1 e Tabela 3.2. Neste trabalho, estabeleceu-se uma a média de permanência de dez anos. No caso das benfeitorias, a vida útil adotada foi de 30 anos. A taxa mínima de atratividade ( $v$ ) considerada foi o juro real 3,59% ao ano, que equivale à taxa de poupança de 2005 a 2009, deflacionada pelo IGP-DI.

Despesas gerais fixas são tributos e taxas administrativas cobradas e recolhidas num determinado período do ano civil (anual e mensal). Elas são compostas por Imposto Territorial Rural (ITR), contribuições sindicais, taxa de associação de produtores, encargos sociais e provisionamentos de funcionários, licença ambiental, ortoga do uso d'água e demais tributos e taxas cobrados para o funcionamento da propriedade rural.

Remuneração dos fatores se trata do ganho obtido com o capital investido pelo produtor. No caso de ele possuir somente terra própria, o custo da terra normalmente corresponderá ao valor de arrendamento, que expressa o custo oportunidade por não estar arrendando-a a terceiros. Quanto às máquinas, implementos, benfeitorias e instalações, é aplicada a taxa média real de poupança (últimos cinco anos – 2005 a 2010) sobre o valor médio dos bens. Trata-se de um item importante que deve ser incluído no custo de produção.

O método de apuração do custo de produção será “por centro de custo”, alocando individualmente o valor para cada atividade. As despesas gerais da propriedade serão determinadas proporcionalmente pela participação percentual da atividade no uso do capital. Quanto ao custo de depreciação das máquinas e implementos, o valor será determinado com base na hora-máquina utilizada pela cultura. O galpão e a instalação serão alocados proporcionalmente à área de uso de cada cultura.

Para auxiliar na apuração e avaliação dos resultados econômicos do custo de produção dos produtos encontrados na propriedade, foram considerados três critérios: custo por processo produtivo, custo de produção e fluxo de caixa. Com esses dados, foi possível compreender a sistemática de produção de uma propriedade rural e os principais indicadores a serem observados para o planejamento rural e negociação.

Para analisar os três indicadores, o custo por processo foi agrupado em cinco partes: preparo do solo, semeio, tratos culturais, colheita e pós-colheita (Figura 3.5). Preparar o solo envolve atividades como semeio de forragem para semeio direto, calagem, gessagem, adubação de superfície (lanço), dessecação das plantas invasoras e operação mecânica relacionada ao preparo do solo (aração, gradagem e subsolagem). O semeio engloba basicamente os processos de semeadura e aplicação de adubo básico. O trato cultural, por sua

vez, é composto pelas pulverizações de defensivos agrícolas, adubação de cobertura, adubação foliar, capina mecânica e manual. A colheita envolve o ato de colher o produto mecanicamente e a destruição de soqueira, enquanto a pós-colheita agrupa atividades como transporte da produção, beneficiamento, armazenagem, tributos de comercialização e outros. Em cada etapa de produção, avalia-se o custo com insumo (fertilizantes, semente, defensivos agrícolas), operação mecânica, mão de obra, transporte, armazenamento, beneficiamento, impostos e outros (despesas com arrendamento, despesas gerais, despesa financeira e despesa com tributos de comercialização).

Figura 3.5 – Atividades envolvidas nos cinco processos de produção agrícola.



Fonte: Dados de pesquisa – Elaborado pelo autor

Para avaliar o custo de produção dos produtos e da propriedade, os valores foram organizados no formato clássico: custo variável e fixo. O primeiro foi segmentado em outros nove grupos: fertilizantes, defensivos, outros insumos, operação mecânica, despesa com comercialização, despesa com arrendamento, despesas gerais, despesa financeira e despesa com tributos de comercialização. O custo fixo foi dividido em três partes: depreciação, despesas gerais fixas e remuneração dos fatores.

Para analisar o fluxo de caixa da cultura e propriedade, foram considerados o custo variável, a receita bruta e a margem bruta. Os valores de cada variável foram alocados no fluxo de caixa da propriedade no período do pagamento e da execução da atividade operacional. Assim, o custo do insumo, a despesa com a comercialização, arrendamento, itens gerais e tributos de comercialização são despendidos no período do desembolso e a atividade

mecânica, na época de sua operacionalização. Os custos fixos foram distribuídos igualmente para todos os 24 períodos, no caso deste trabalho.

Na ponta de receita bruta, preencheu-se a produtividade do produto na safra focando os resultados da temporada relacionados às variações climáticas, sistema de produção e ataques de pragas. No caso da comercialização da produção, consideram-se os valores ponderados conforme o volume negociado no período.

Se a receita não for superior ao custo variável, há uma sinalização de que o produtor não terá condições de permanecer na atividade no médio e longo prazos. Por outro lado, se superar o custo total, a receita com a atividade será suficiente para pagar todas as despesas, e o produtor terá condições de renovar a frota de máquinas e equipamentos utilizados. Em outras palavras, ele estará tendo lucro econômico.

Os dados para a avaliação do modelo de planejamento de uma propriedade típica ou representativa de multiproduto são do Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), da Esalq/USP. O corte transversal (*cross section*) se refere à periodicidade de seis anos (entre as safras 2004/05 e 2009/10), nas regiões produtoras de Sorriso e Campo Novo do Parecis.

### **3.1.4 Padronização dos dados**

Os dados primários da propriedade representativa foram coletados após a conclusão das atividades de cada temporada ao longo dos seis anos (entre as safras 2004/05 e 2009/10). Inicialmente, esses dados foram padronizados e ajustados para uma propriedade com sistema de produção de semeio direto para a lavoura de soja e milho e cultivo mínimo para o algodão. A estrutura da propriedade típica partiu do ano de 2004, mantendo-se a mesma disponibilidade de máquinas, implementos, terra e mão de obra até 2010. Os coeficientes técnicos dos fatores de produção, os preços à vista (R\$) do período de compra e os pagamentos foram corrigidos com IGP-DI para mês de dezembro de 2010.

Os bens de capital investidos na propriedade típica de Sorriso e Campo Novo do Parecis, referentes à safra 2004/05, estão organizados nas Tabela 3.3 e 3.4. Em Sorriso, o maior investimento em maquinário, implemento e benfeitorias ocorre na área cultivada com algodão, haja vista a maior demanda por tratores, colhedoras específicas (*sunk cost*),

implemento para prensagem e transporte do produto, alojamento para abrigar máquinas e mão de obra.

Tabela 3.3 – Bens de capitais investidos na propriedade representativa de Sorriso (MT).

Descrição	R\$
Máquinas	1.544.000,0
Implementos	512.900,0
Benfeitorias	370.000,0
Terra	8.640.000,0
<b>Total</b>	<b>11.066.900,0</b>

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Tabela 3.4 – Bens de capitais investidos na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis (MT).

Descrição	R\$
Máquinas	4.363.000,00
Implementos	1.108.800,00
Benfeitorias	542.000,00
Terra	9.660.000,00
<b>Total</b>	<b>15.673.800,00</b>

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Para determinar o risco envolvido no planejamento agrícola foi necessário ampliar o período de análise. Esse complemento foi necessário para captar a mudança no processo de produção verificado ao longo dos anos. Assim, os valores entre a safra 2000/01 e 2003/04 foram estimados e a partir de 2004/05 refere-se aos dados primários coletados no painel durante seis anos.

A estrutura da propriedade representativa adotada para produção de grãos foi Sorriso, enquanto Campo Novo do Parecis ficou com grãos e fibras. O tamanho da área de cultivo agrícola, a produtividade e o preço médio para a safra em estudo estão descritos nas tabelas abaixo.

As produtividades de itens como soja, milho e algodão foram estimadas a partir dos rendimentos médios divulgados pelo IBGE e pela Conab para o período de 2000/01 e 2003/04. Os valores do IBGE referem-se aos municípios de Sorriso e Campo Novo do Parecis, enquanto os da Conab retratam os do estado de Mato Grosso. A partir da safra 2004/05, as médias foram obtidas por meio de painel. Na parte da receita bruta, as estratégias

de comercialização são as mesmas proporções da safra 2004/05 para o período de 2000 e 2003. Os valores de venda dos produtos têm como base a série de preços ao produtor (balcão) levantada pelo Cepea.

Tabela 3.5 – Tamanho da propriedade representativas de Sorriso (MT).

Safra	Soja precoce			Soja normal			Milho		
	Área ha	Produtividade sc/ha	Preço R\$/sc	Área ha	Produtividade sc/ha	Preço R\$/sc	Área ha	Produtividade sc/ha	Preço R\$/sc
00/01	260	52,7	17,15	1040	58,0	15,56	260	64,0	8,59
01/02	260	52,0	17,15	1040	57,2	15,56	260	60,9	8,59
02/03	325	49,9	25,88	975	54,9	23,37	325	65,0	8,32
03/04	325	48,9	30,31	975	53,7	32,00	325	65,2	9,77
04/05	325	50,0	25,88	975	55,0	25,61	325	62,0	9,29
05/06	325	50,0	19,06	975	54,0	17,20	325	70,0	7,94
06/07	390	49,0	20,78	910	54,0	20,04	390	80,0	11,41
07/08	520	50,0	28,38	780	55,0	27,98	520	68,0	13,39
08/09	520	50,0	34,93	780	53,0	35,06	520	85,0	8,49
09/10	455	51,3	31,13	845	54,0	28,42	455	83,0	11,90

sc= saca de 60 kg

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Tabela 3.6 – Tamanho da propriedade representativas de Campo Novo do Parecis (MT).

Safra	Soja precoce			Soja normal			Algodão			Milho		
	Área ha	Produtividade sc/ha	Preço R\$/sc	Área ha	Produtividade sc/ha	Preço R\$/sc	Área ha	Produtividade kg/ha	Preço R\$/lp	Área ha	Produtividade sc/ha	Preço R\$/sc
00/01	300	50,2	14,30	1700	53,4	14,13	400	3639,0	0,89	300	68,0	6,25
01/02	300	51,5	16,78	1700	54,8	16,65	400	3484,7	1,34	300	59,1	8,30
02/03	300	50,6	28,38	1700	53,7	27,01	400	3467,6	1,75	300	60,5	9,04
03/04	300	48,4	31,08	1700	51,5	31,25	400	3624,0	1,46	300	70,9	9,67
04/05	300	48,0	29,52	1700	51,0	29,06	400	3600,0	1,20	300	68,0	9,46
05/06	600	49,0	18,24	1400	53,0	17,71	400	3825,0	1,22	600	70,0	8,37
06/07	772	51,0	19,96	1158	54,0	20,08	470	3600,0	1,22	772	70,0	13,15
07/08	768	51,0	25,64	1152	54,0	25,98	480	3900,0	1,17	768	75,0	13,32
08/09	768	50,5	35,07	1152	55,0	35,48	480	4000,0	1,20	768	90,0	9,50
09/10	840	50,5	28,73	1260	54,0	29,73	300	3750,0	1,40	840	82,0	11,28

\* kg de algodão em caroço; sc = saca de 60kg e lp: libra-peso

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

As Tabelas 3.7 e 3.8 apresentam a quantidade de funcionários e suas remunerações (baseada no valor praticado na safra 2004/05), para a propriedade de Sorriso e Campo Novo do Parecis. No caso de funções como tratoristas, operadores de colhedora, mão de obra permanente, cozinheiras, doseiro (trabalhador responsável para abastecer o pulverizador) e diaristas, os valores foram ajustados conforme a variação percentual do salário mínimo na safra agrícola (julho a junho). Já as remunerações de técnicos e gerentes, foram corrigidas de acordo com a variação do IGP-DI.

Tabela 3.7 – Quantidade e remuneração dos funcionários dos funcionários na propriedade representativa de Sorriso-MT – R\$/mês.

Função	Tratoristas	Ajudantes (diarista)	Operadores Colhedora	Cozinheira
Número de funcionário	3	2	1	1
2000/01	474,75	7,91	593,44	237,38
2001/02	555,00	9,25	693,75	277,50
2002/03	630,00	10,50	787,50	315,00
2003/04	730,00	12,17	912,50	365,00
2004/05	800,00	13,33	1000,00	400,00
2005/06	937,50	15,63	1171,88	468,75
2006/07	1072,50	17,88	1340,63	536,25
2007/08	1175,00	18,57	1468,75	587,50
2008/09	1307,50	21,79	1634,38	653,75
2009/10	1462,50	24,38	1828,13	731,25

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Tabela 3.8 – Quantidade e remuneração dos funcionários da propriedade representativa de Campo Novo de Parecis-MT – R\$/mês.

Função	M.Obra Permanente	Tratorista	Ajudante (diarista)	Administrador	Técnico Agrícola	Doseiro	Cozinheira
Número	3	10	6	1	1	1	2
2000/01	237,38	474,75	7,91	1483,59	593,44	237,38	237,38
2001/02	277,50	555,00	9,25	1734,38	693,75	277,50	277,50
2002/03	315,00	630,00	10,50	1968,75	787,50	315,00	315,00
2003/04	365,00	730,00	12,17	2281,25	912,50	365,00	365,00
2004/05	400,01	800,01	12,71	2500,00	1000,00	400,01	400,01
2005/06	468,75	937,50	15,60	2888,75	1171,88	468,75	468,75
2006/07	536,25	1072,50	17,88	3190,49	1340,63	536,25	536,25
2007/08	587,51	1175,01	19,58	3228,67	1468,75	587,51	587,51
2008/09	653,75	1307,49	18,16	3315,92	1634,38	653,75	653,75
2009/10	731,25	1462,50	20,31	3685,18	1828,13	731,25	731,25

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

A Tabela 3.9 apresenta os preços médios do diesel, utilizados na elaboração do custo da hora-máquina nas safras da propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis. Os valores das temporadas 2000/01 e 2003/04 foram estimados a partir do preço médio da safra 2004/05, sendo ajustados conforme a variação percentual da preço médio do diesel na safra agrícola (julho a junho).

Tabela 3.9 – Preço médio do diesel utilizado na safra na propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – R\$/ litro.

	Sorriso	Campo Novo do Parecis
2000/01*	0,95	0,87
2001/02*	1,12	1,03
2002/03*	1,67	1,53
2003/04*	1,78	1,64
2004/05	1,90	1,75
2005/06	2,05	1,85
2006/07	2,00	2,00
2007/08	2,00	2,10
2008/09	2,00	2,06
2009/10	2,04	2,05

\* Valores da safras estimados conforme a variação do preço médio do diesel divulgado pela SEAB.

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Na Tabela 3.10 é possível acessar as taxas de juros ponderadas sobre o custo do capital de giro. No caso do imposto estadual, as taxas consideradas no trabalho estão ilustradas na Tabela 3.11.

Tabela 3.10 – Taxa de juros médio ponderado utilizado na safra na propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis.

Safra	Sorriso	Campo Novo do Parecis
2000/01	12,87%	12,88%
2001/02	12,87%	12,88%
2002/03	12,87%	12,88%
2003/04	12,87%	12,88%
2004/05	12,87%	12,88%
2005/06	11,98%	12,88%
2006/07	11,60%	12,88%
2007/08	11,65%	12,68%
2008/09	11,65%	13,28%
2009/10	11,75%	10,20%

Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Tabela 3.11 – Taxa de imposto UPF (Unidade Padrão Fiscal) do estado de Mato Grosso

	2000/01 a 2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
Jan-Jun	25,62	26,27	26,99	28,77	31,99	33,00

Fonte: Secretaria da Fazenda de Mato Grosso (SEFAZ/MT) – elaboração do autor (2011)

Para calcular o custo de produção dos itens encontrados na propriedade representativa entre as safras 2000/01 e 2003/04, foram mantidos os coeficientes de produção da soja, milho e algodão da temporada 2004/05. Os preços médios dos fertilizantes, defensivos agrícolas, sementes e diesel foram corrigidos a partir das variações dos valores coletados pela Seab (Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná). Na ausência das séries de preços, a correção se deu pela variação média de segmentos como herbicida, inseticida e fungicida, exceto para os produtos com ingrediente ativo: acetamiprido, diafentiurom, zeta-cipermetrina, carfentrazona-etilica, trifloxissulfurom-sódico, flumioxazina, etefom, diurom + tidiazurom, que tiveram os preços ajustados pelo câmbio. Para a produção de soja, foram reduzidas duas aplicações de fungicidas contra ferrugem asiática para a safra 2002/03. Já para as temporadas 2000/01 e 2001/02, retiraram-se os fungicidas contra a ferrugem asiática.

No custo do beneficiamento do algodão, descontou-se a entrega do caroço, de modo que o valor adotado para o beneficiamento correspondeu a 6% do preço da pluma na safra. Quanto ao custo de classificação para o mercado externo, adotou-se o valor de US\$ 1. Para obter o rendimento médio do algodão, foram utilizados os valores médios da Conab entre as safras 2000/01 e 2003/04.

Os valores médios foram ajustados mediante o IGP-DI (Índice de Preço Geral – Disponibilidade interna) para o mês de dezembro de 2011. Considerando os dados e a sistemática de produção de uma propriedade rural, as análises do trabalho foram realizadas em duas partes: para a primeira, examinaram-se os indicadores custo por processo produtivo, custo de produção e fluxo de caixa com dados primários das seis safras (2004/05 a 2009/10); na segunda parte, avaliaram-se os diferentes planejamentos agrícolas da propriedade rural em condição de risco com o desvio absoluto total da margem bruta das dez safras (2000/01 a 2009/10).



## 4 MODELO TEÓRICO DE GESTÃO DE PROPRIEDADE RURAL

Este capítulo aborda um modelo teórico geral de uma propriedade agropecuária, com destaque, inicialmente, no seu fluxo econômico-financeiro. Em seguida, a discussão se volta para uma propriedade com atividade agrícola, subdividida em propriedade produtora de um único produto e multiprodutora (vários produtos).

### 4.1 Estrutura econômico-financeira de propriedade rural

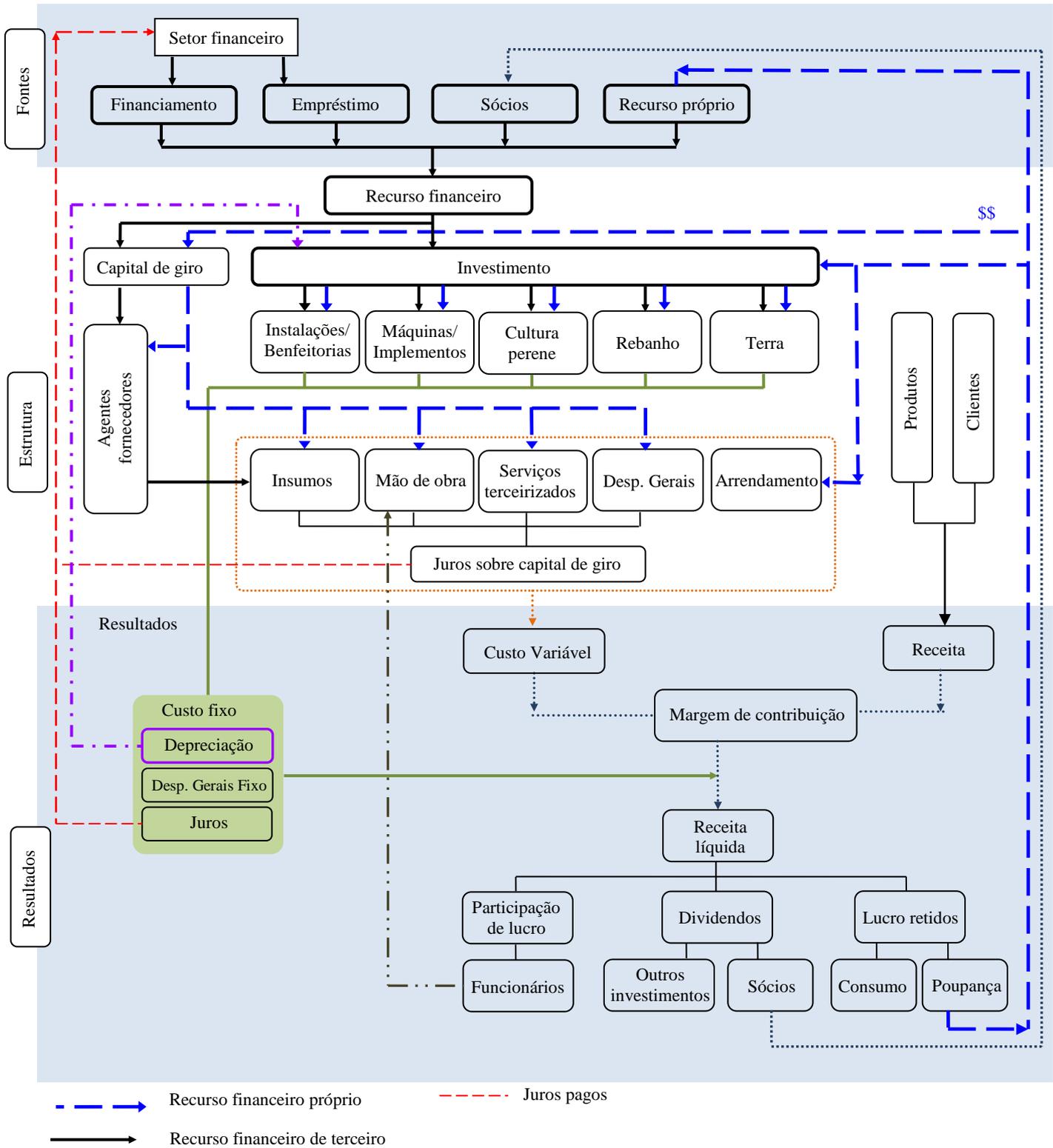
A empresa agrícola ou unidade de negócio representa a relação conjunta do investimento e do recurso operacional disponível para o gestor realizar um empreendimento. Obviamente, espera-se que o negócio agropecuário produza retorno financeiro superior à taxa mínima de oportunidade do mercado financeiro, dentro de um nível de risco considerado aceitável.

Na Figura 4.1, a empresa está dividida em três segmentos, que correspondem à fonte dos recursos financeiros, aos investimentos realizados e aos resultados obtidos. Assim, tem-se:

- a) **Fontes:** representam o aspecto financeiro da empresa, que agrupa as várias origens dos recursos financeiros disponíveis para se financiar ou investir. As fontes de recursos financeiros podem ser financiamentos, empréstimos, sócios e recursos próprios.
  - O financiamento é uma operação em que as instituições (privada e pública) fornecem recurso para investimento específico com um período pré-determinado para sua liquidação. Quando o financiamento é contraído, o devedor passa a assumir o valor financiado e os juros da quantia emprestada.
  - O empréstimo é um dinheiro concedido por uma instituição financeira e que pode ser investido em qualquer coisa. Nesse tipo de operação, assume-se o valor principal, o juro e a correção, que deverão ser pagos ao longo do tempo.
  - O sócio é um indivíduo que trabalha conjuntamente na atividade e que divide despesas e lucros com os demais membros associados na empresa ou projeto comum. Nesse caso, cada sócio se compromete a aportar um capital para investir na atividade.
  - Recurso próprio é a quantia de dinheiro do proprietário utilizada para investir na atividade.

- b) **Investimentos:** representam o aspecto econômico da empresa agrícola, que reflete a necessidade física e monetária para se produzir um ou mais produtos e/ou serviços. O recurso financeiro é utilizado no capital de giro e investimento (terra, instalações, rebanho, máquina, implementos, equipamentos e culturas perenes).
- O recurso do capital de giro é utilizado para financiar a atividade da empresa durante o ciclo de produção, no qual o dinheiro é gasto com insumos, mão de obra, serviço terceirizado e despesas gerais.
  - O recurso para investimento refere-se ao dinheiro utilizado para financiar máquinas, equipamentos, benfeitorias, rebanho, culturas perenes e melhorias na terra.
- c) **Resultados:** representados pelo custo variável, pelo custo fixo, pela receita, pela margem de contribuição e pela receita líquida.
- **Custo variável:** parte do custo que varia conforme a quantidade produzida. É composto por insumo, mão de obra, serviço terceirizado e despesas gerais.
  - **Custo fixo:** parte do custo que não se altera, independente da quantidade produzida. É composto por depreciação, despesas fixas e juros do capital investido.
  - **Receita:** montante obtido com a venda de produtos.
  - **Margem de contribuição:** saldo monetário resultante da diferença entre receita bruta (preço de venda do produto/serviço) e custo de produção.
  - **Receita líquida:** mede a eficiência econômica da empresa em gerar valor no produto/serviço para o consumidor. O resultado positivo é dividido em quatro partes:
    - Juros: remunera o mercado financeiro pelo empréstimo contraído;
    - Dividendos: beneficia os acionistas e sócios (famílias) da empresa;
    - Lucro retido: fundo de reserva de capital próprio para possibilitar novos investimentos; e
    - Participação dos funcionários: beneficia os funcionários com uma parcela do lucro obtido no período.

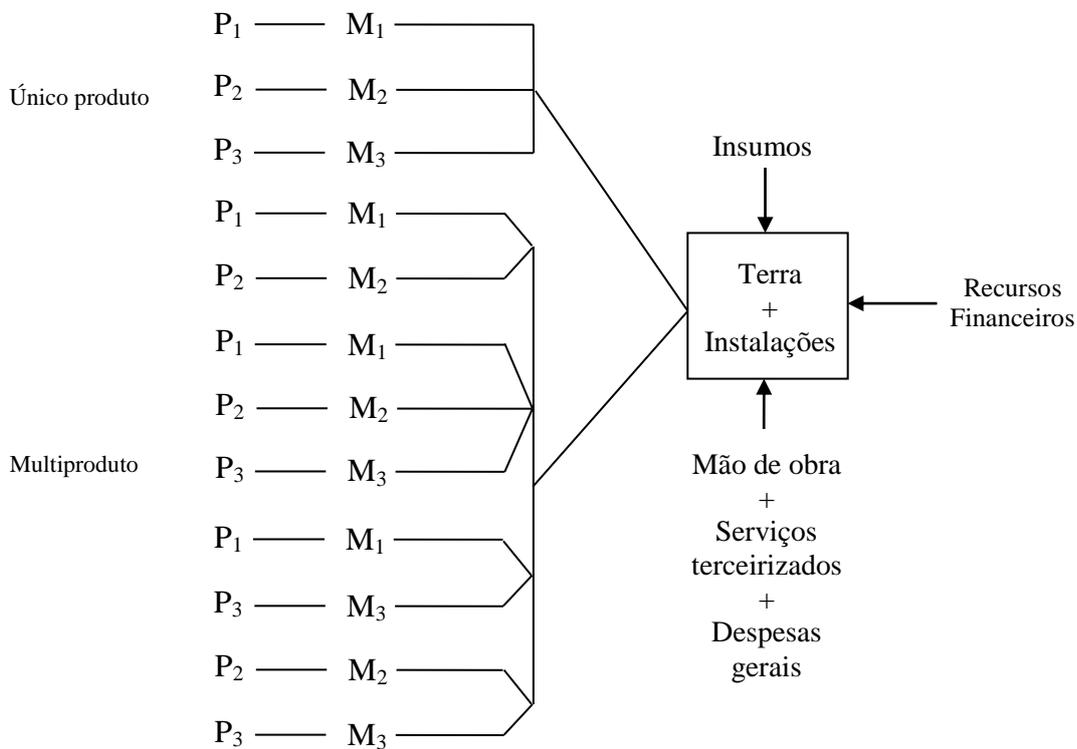
Figura 4.1 – Fluxo econômico-financeiro geral da empresa agropecuária.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da visão geral do fluxo econômico-financeiro da empresa agropecuária pode-se compreender melhor a dinâmica do negócio. A Figura 4.2 apresenta uma ampliação do fluxo econômico-financeiro no segmento estrutura para atividade agrícola, que organiza a combinação de produtos, os investimentos máquinas/implementos, instalações (benfeitorias) e terra, insumos, mão de obra, serviços terceirizados e despesas gerais.

Figura 4.2 – Estrutura básica do processo de produção de único produto e multiproduto na propriedade rural.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A estrutura básica configura as possíveis combinações na propriedade rural, no caso com três produtos (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>). A produção de cada um deles necessita de uma determinada máquina/implemento (M<sub>n</sub>) de uso exclusivo, o que significa dizer que o produto P<sub>1</sub> precisa da máquina/implemento M<sub>1</sub> no processo de produção. Além disso, têm-se as máquinas/implementos de uso geral, não exclusivo, utilizados entre os produtos combinados.

A decisão de combinar diferentes produtos na propriedade implica mudança quanto ao uso da terra e de máquinas/implementos, à disponibilidade de mão de obra, à alocação de recursos financeiros para compra de insumos e pagamentos das despesas gerais e serviços terceirizados. Como consequência, a rentabilidade da propriedade será diferente na escolha

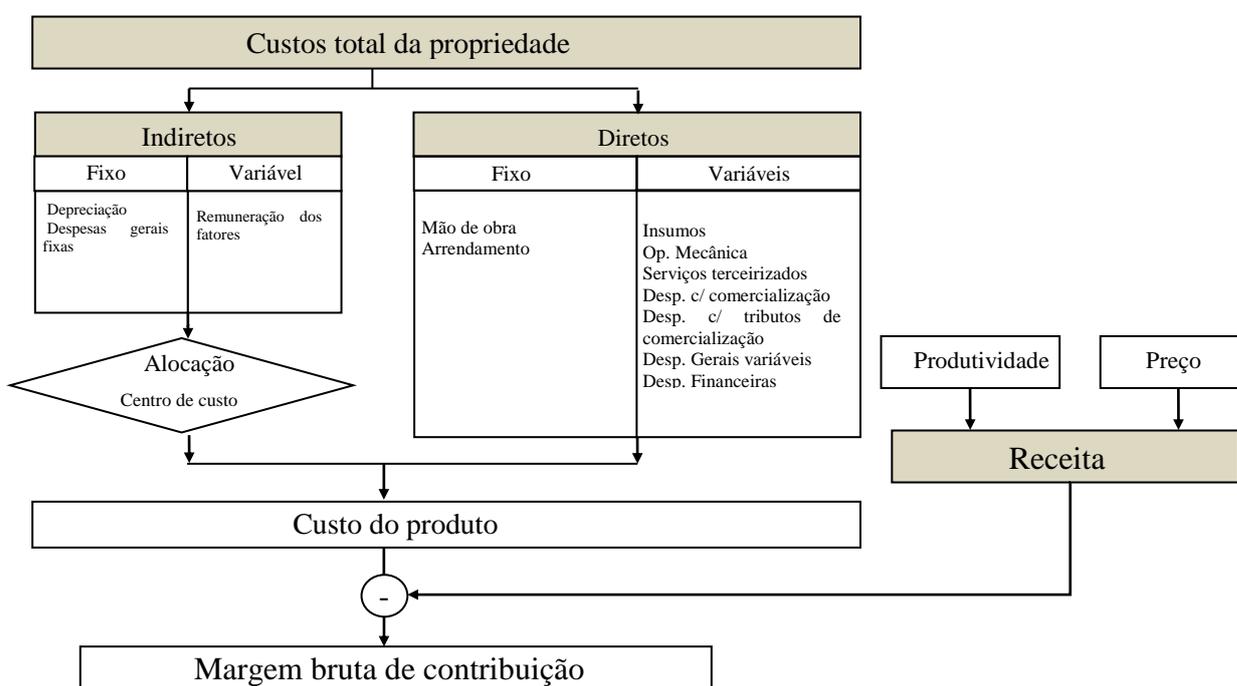
produzir de cada produto e seu arranjo. Para avaliar essas diferenças, geraram-se duas estruturas de modelo econômico para a propriedade com único produto e multiproduto.

#### a) Único produto

A propriedade com uma única atividade caracteriza-se, basicamente, por se especializar na produção e no fornecimento de um único produto. Além disso, o processo produtivo, a aquisição de insumos e a comercialização da mercadoria final estão estruturadas para uma produção de larga escala. Essas medidas procuram responder ao mercado competitivo do setor agropecuário na produção de produtos com pequena margem de lucro.

O modelo de gestão de uma propriedade com um único produto é mais simples em relação à com multiproduto, pois todos os custos gerados na fazenda para o desenvolvimento da atividade referem-se a ela mesma. A Figura 4.3 apresenta a estrutura simplificada de uma visão sistêmica de gestão de uma propriedade com único produto.

Figura 4.3 – Modelo econômico simplificado de gestão de único produto na fazenda.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as vantagens desse tipo de gestão citam-se a facilidade no cálculo e alocação de custos gerais da fazenda, a facilidade na tomada de decisão na escolha do produto, além do que, em condição de melhor retorno financeiro, a propriedade está sempre maximizando o

lucro. A desvantagem é que a fazenda está sujeita a um grau de risco maior em relação à variação do preço no mercado, à produtividade e ao clima.

Além disso, comparada a algumas indústrias – como a mecânica, siderúrgica e petroquímica – a gestão na propriedade rural com um único produto não é tão simples, devido à necessidade de se distribuir a produção ao longo do ano, com diferentes cultivares. Caso contrário, aumentam as chances de ocorrerem problemas relacionados à sazonalidade da produção, à perecibilidade do produto, ao clima, à qualidade e tamanho do produto etc.

#### b) Multiproduto

A propriedade multiproduto caracteriza-se por gerenciar mais de um produto durante o ano-safra. O objetivo central da diversificação está atrelado à visão econômica-financeira e agrônômica. No aspecto econômico/financeiro, o multiproduto procura reduzir a incerteza da propriedade com a variação negativa do preço. No agrônômico, a preocupação está em rotacionar a atividade para reduzir o risco de doenças e pragas. A combinação de duas ou mais atividades pode resultar no modelo de produção desejável, em que a propriedade terá menor exposição de risco da propriedade, tanto no aspecto econômico e agrônômico.

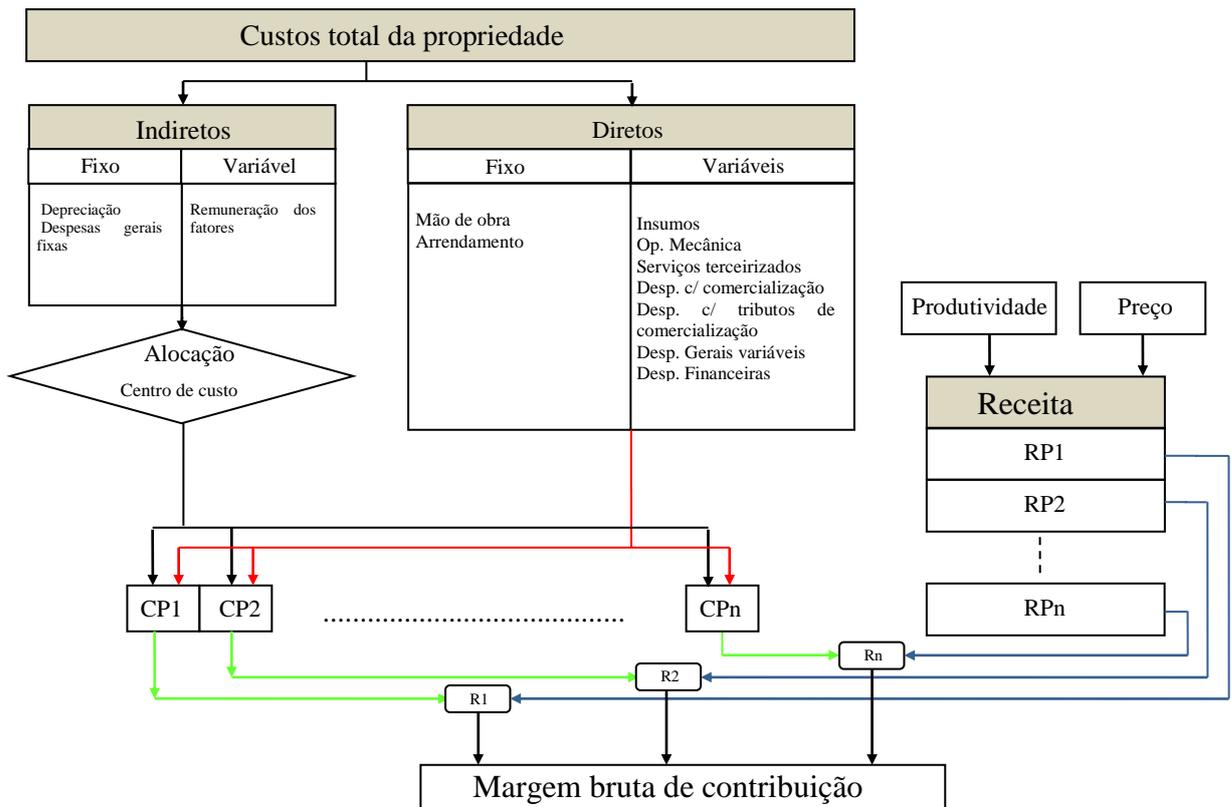
Para Azevedo (2000), a diversificação é uma resposta ao mercado concorrente quando a diferenciação de produto e a segmentação de mercado não são suficientes para garantir o potencial de crescimento de uma empresa. Além disso, adota-se também essa estratégia quando o mercado é pouco dinâmico.

A combinação de duas ou mais atividades na propriedade pode resultar numa menor exposição ao risco e em ganho na economia de escopo<sup>7</sup>. Contudo, nem sempre a escolha e combinação de produto é uma tarefa fácil no segmento agropecuário. O critério de seleção e a combinação das atividades devem levar em conta a competição no uso do solo, o comportamento do preço dos dois produtos no mercado, a compatibilidade da atividade com a estrutura da propriedade, a adaptação da atividade com a condição edafoclimático e a capacidade do produtor gerenciar mais de uma atividade na propriedade.

---

<sup>7</sup> Economia de escopo é a redução do custo do conjunto de produção para os diferentes produtos desenvolvidos na unidade de produção, que utilizam recursos e capitais comuns.

Figura 4.4 – Modelo simplificado de gestão de multiproduto.



Legenda: CP1 = Custo de produção do produto 1, CP2 = Custo de produção do produto 2, CPn = Custo de produção do produto n, RP1 = Receita do produto 1, RP2 = Receita do produto 2, RPn = Receita do produto n, R1 = Resultado do produto 1, R2 = Resultado do produto 2 e Rn = Resultado do produto n.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A empresa agrícola constitui um negócio viável quando é capaz de sobreviver no ambiente econômico, político, social e ambiental. Tunner & Taylor (1998) propõem três medidas para mensurar a viabilidade do negócio: lucratividade, fluxo de caixa e retorno sobre capital. A primeira (lucratividade) é um indicador básico, em que a sobrevivência de qualquer negócio no médio e longo prazos está em criar e obter lucro anual. O fluxo de caixa revela o poder de pagamento das operações da empresa no curto, médio e longo prazos. O retorno sobre capital refere-se à capacidade do negócio de sobreviver e crescer.

## 4.2 Modelo teórico proposto para planejamento agrícola

O modelo teórico proposto determinará um método de avaliação para a escolha da melhor combinação de produtos na propriedade, com a maior rentabilidade e menor oscilação no fluxo de caixa. O estudo utilizará como base duas propriedades representativas de Mato Grosso, com foco na produção de soja, algodão e milho.

O modelo de planejamento agrícola tem abordagem quantitativa e sua ferramenta de análise está fundamentada na programação matemática pelo método de programação linear. Os parâmetros considerados são determinísticos. O procedimento técnico na análise de planejamento agrícola ocorreu em duas partes, sendo que, na primeira, a maximização tem na função objetivo a margem bruta de contribuição do produto encontrado na propriedade representativa. Na sequência, realizou-se a minimização do desvio absoluto (Motad) da margem de contribuição do produto na propriedade representativa.

O modelo de planejamento agrícola foi avaliado com base nos dados do painel de dez safras, sendo o custo de produção das safras 2000/01 a 2003/04 foi estimado com base nos coeficientes da safra 2004/05 e seus preços médios insumos ajustados a partir das variações dos preços dos mesmos produtos observados nas séries de preços coletados pela SEAB (veja o detalhamento no capítulo anterior). Na outra ponta, a receita bruta, as estratégias de comercialização foram mantidas as proporções da safra 2004/05 para o período de 2000 e 2003. Os preços médio dos produtos tratam-se dos valores recebidos pelos produtores (balcão) levantados pelo CEPEA. A partir da safra 2004/05, trata-se de dados primários coletados durante seis anos. Todos os valores da receita bruta e do custo variável foram corrigidos mediante o IGP-DI (Índice de Preço Geral – Disponibilidade interna) para o mês de dezembro de 2011. Em seguida, calculou-se o valor médio da receita e do custo referente às dez safras (2000/01 a 2009/10), e, a partir da diferença entre essas duas variáveis, obteve-se a margem de contribuição bruta do produto.

O modelo de PL tem na função objetivo a maximização da Margem Bruta (MB) decorrência das principais alternativas de produção. Para a propriedade representativa de Sorriso, as opções são soja precoce, soja normal e milho e, para a de Campo Novo do Parecis, soja precoce, soja normal, milho e algodão. Entre as restrições dos modelos de produção nessas regiões estão o uso da área, disponibilidade da máquina para semeio, disponibilidade

da máquina para colheita, fluxo de caixa da propriedade e o capital assumido não limitante por conta da disponibilidade do capital próprio e emprestado.

Na Tabela 4.1 é possível verificar o valor médio da margem bruta real dos produtos encontrados na propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis entre as safras 2004/05 e 2009/10.

Tabela 4.1 – Margem bruta (MB) média da propriedade representativa nas últimas dez safras – R\$/ha.

	SRS			CNP			
	SP	SN	MS	SP	SN	ALG	MS
MB	274,02	312,23	49,11	214,94	232,88	580,60	43,90

Legenda: SP: Soja precoce, SN: Soja Normal, MS: Milho safrinha, ALG: Algodão, SRS: Sorriso, CNP: Campo Novo do Parecis.

Fonte: Dados da pesquisa.

O período de uso de solo é de 24 meses, pois nessa condição é possível captar a entrada e saída mensal dos produtos na área de cultivo, principalmente para o sistema de produção com dupla safra. A Tabela 4.2 apresenta o cronograma de uso do solo agrícola da propriedade representativa de Mato Grosso. O uso do solo adotado no modelo de planejamento agrícola tem as mesmas características utilizadas pelos produtores das duas regiões avaliadas. Assim, na primeira safra, a propriedade de Sorriso (com soja e milho) concentra o cultivo da oleaginosa precoce entre a segunda quinzena de setembro e a segunda quinzena de dezembro. A soja de ciclo normal (soja normal) é introduzida na área agrícola entre o mês de outubro e início de março (primeira quinzena). Para a segunda safra, o milho entra como opção após a colheita da soja, entre janeiro e julho.

Na propriedade com soja, milho e algodão, a primeira safra pode ser ocupada com a oleaginosa e o algodão, enquanto a segunda concentra o cultivo de milho. No caso da pluma, o uso da área agrícola inicia em dezembro, se encerrando em julho.

Tabela 4.2 – Cronograma de uso do solo na propriedade representativa durante uma safra

Meses	Sorriso			Campo Novo do Parecis			
	1 Safra		2 Safra	1 Safra			2 Safra
	SP	SN	MS	SP	SN	ALG	MS
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							

Legenda: SP: soja precoce; SN: soja normal; MS: Milho safrinha e ALG: algodão.

Fonte: Dados de pesquisa.

Para determinar a restrição de área plantada e colhida no mês, foram estimados os dias úteis disponíveis para semeio e colheita, com base em informações do Inmet (Instituto Nacional Meteorológico), bem como o rendimento das máquinas. Como não existem estações meteorológicas em Sorriso nem em Campo Novo do Parecis, adotou-se como referência a região de São José do Rio Claro-MT, por estar mais próxima das duas localidades e por apresentar maior série de dados disponíveis. Assim, para determinar a porcentagem de dias disponíveis para a operação mecânica dos produtos encontrados na propriedade, utilizou-se série de precipitação diária entre 1995 e 2009. Contudo, excluíram-se os valores do ano de 2003 por falta de informações no intervalo de setembro a novembro (principal período de semeio). Com essa medida, os números totais de dias observados no período (1995 a 2009) foram divididos em três, sendo o mês com 31 dias o número total de dias observado foi de 341 dias; para o mês com 30 dias o total foi de 330 dias; e para o mês com 28 dias o total foi de 308 dias.

Para determinar o dias úteis disponíveis para o trabalho, consideraram-se os dias que não registraram volume de chuva inferior a 5 mm no mês e dividiu-se com o número total do mês, logo, para o mês janeiro estima-se 68% de chance dos dias úteis para operação mecânica num período de 31 dias do mês de janeiro (Tabela 4.3).

Para calcular o rendimento teórico da máquina na operação mecânica do plantio de soja, milho e algodão, admitiu-se uma semeadora de 5,2 metros de largura, cuja velocidade média é de 7 km/h para soja e algodão e 6 km/h para o milho. Assim, o coeficiente técnico teórico para o semeio da soja (normal e precoce) e algodão foi no valor de 0,27 h/ha e o milho é de 0,32 h/ha. O turno de trabalho do operador foi de 8 horas/dia e a eficiência de operação da atividade de 70% (abastecimento e manobra do trator).

Enquanto na propriedade representativa de Sorriso há duas semeadoras disponíveis, em Campo Novo do Parecis, são quatro unidades para a soja e outras duas para o algodão. Vale lembrar que esses implementos mantêm as distâncias fixas, sem a necessidade de ajustes. Com esse parque de implementos e, multiplicado ao coeficiente teórico, o conjunto de operacional da propriedade representativa de Sorriso registra médias de 0,29 h/ha para o plantio de soja (precoce e normal) e de 0,34 h/ha para o de milho no mês 1. No caso de Campo Novo do Parecis, o conjunto tem capacidade para semear 0,14 h/ha de soja, 0,17 h/ha de milho e 0,29 h/ha de algodão. O tempo disponível para plantio é de 15 horas, totalizando 465 horas no mês 1 para as duas regiões avaliadas (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Restrição da área de semeio para propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – MT

Dias do mês	Dias úteis p/ operação mecânica	Coeficiente técnico - h/ha					Total de hora disponível			
		SRS		CNP			SRS	CNP		
		SJ	MS	SJ	MS	ALG	Grãos	Grãos	Fibras	
Jan	31	68,0%	0,29	0,34	0,14	0,17	0,29	465	465	465
Fev	28	63,3%	0,31	0,36	0,15	0,18	0,31	420	420	420
Mar	31	73,0%	0,27	0,31	0,13	0,16	0,27	465	465	465
Abr	30	87,9%	0,22	0,26	0,11	0,13	0,22	450	450	450
Mai	31	96,5%	0,20	0,24	0,10	0,12	0,20	465	465	465
Jun	30	98,5%	0,20	0,23	0,10	0,12	0,20	450	450	450
Jul	31	98,8%	0,20	0,23	0,10	0,12	0,20	465	465	465
Ago	31	99,1%	0,20	0,23	0,10	0,12	0,20	465	465	465
Set	15	92,1%	0,21	0,25	0,11	0,12	0,21	225	225	225
Out	31	79,5%	0,25	0,29	0,12	0,14	0,25	465	465	465
Nov	30	77,6%	0,25	0,30	0,13	0,15	0,25	450	450	450
Dez	31	65,4%	0,30	0,35	0,15	0,18	0,30	465	465	465

Legenda: SJ: Soja, MS: Milho safrinha, ALG: Algodão, SRS: Sorriso, CNP: Campo Novo do Parecis.

Fontes: Inmet (2011) e Jumil (2010) - elaborado pelo autor.

Na determinação do rendimento da colheita da produção de grãos (soja e milho), considerou-se uma colhedora de 240 CV com largura de trabalho de 7 metros (23 pés) e velocidade média de colheita de 6 km/h para a soja e 7 km/h para o milho. Para o algodão, uma máquina de 270 CV com área de trabalho de 4,5 metros, a uma velocidade de 6 km/h. Considerando o turno de trabalho do operador de 8 horas/dia e a eficiência de operação da atividade de 70% (desabastecimento e manobra do trator), chega-se aos coeficientes técnicos teóricos de 0,24 h/ha para a colheita de soja, de 0,32 h/ha no caso do milho e de 0,37h/ha para o algodão.

Enquanto na propriedade representativa de Sorriso há duas colhedoras – uma voltada à safra de milho –, em Campo Novo do Parecis, têm-se quatro unidades para a soja e uma para o milho. Para o algodão, são duas máquinas. Assim, o conjunto de operacional apresenta coeficiente de colheita de 0,25 h/ha para a soja e de 0,43 h/ha para o milho, no mês 1. Em Campo Novo do Parecis, o conjunto de implementos tem capacidade de colher soja em 0,12 h/ha, milho em 0,43 h/ha e algodão em 0,97h/ha no mês 1. O tempo disponível para colheita é de 465 horas no caso dos grãos (soja e milho), para as duas regiões em análise, e de 310 horas para o algodão (fibra) em Campo Novo do Parecis (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 – Restrição de área de colheita para a propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – MT

Dias do mês	Dias úteis p/ operação mecânica	Coeficiente técnico - h/ha					Total de hora disponível			
		SRS		CNP		Algodão	SRS	CNP		
		Soja	Milho	Soja	Milho	Algodão	Grãos	Grãos	Fibras	
Jan	31	68,0%	0,25	0,43	0,12	0,43	0,97	465	465	310
Fev	28	63,3%	0,27	0,46	0,13	0,46	1,04	420	420	280
Mar	31	73,0%	0,23	0,40	0,12	0,40	0,91	465	465	310
Abr	30	87,9%	0,19	0,33	0,10	0,33	0,75	450	450	300
Mai	31	96,5%	0,18	0,30	0,09	0,30	0,69	465	465	310
Jun	30	98,5%	0,17	0,30	0,09	0,30	0,67	450	450	300
Jul	31	98,8%	0,17	0,30	0,09	0,30	0,67	465	465	310
Ago	31	99,1%	0,17	0,29	0,09	0,29	0,67	465	465	310
Set	15	92,1%	0,18	0,32	0,09	0,32	0,72	450	450	300
Out	31	79,5%	0,21	0,37	0,11	0,37	0,83	465	465	310
Nov	30	77,6%	0,22	0,38	0,11	0,38	0,85	450	450	300
Dez	31	65,4%	0,26	0,45	0,13	0,45	1,01	465	465	310

Legenda: S: Soja, MS: Milho safrinha, ALG: Algodão, SRS: Sorriso, CNP: Campo Novo do Parecis.

Fontes: Inmet (2011) e John Deere (2010) - elaborado pelo autor.

A restrição do fluxo de caixa no modelo é um elemento importante para a gestão de propriedade no Brasil, visto que os recursos com juros controlados oferecido pelo governo não atendem completamente as necessidades do produtor de Mato Grosso. Como medida alternativa, comercializa-se antecipadamente parte da produção para viabilizar o custeio das lavouras de soja e algodão. Além disso, outra parte da produção é comercializado após o produto colhido. Essa duas forma de comercialização de produção difere do trabalho de Rodriguez (1987), De Zen (2002), Pizzoll (2002) e Fasiaben (2002) e outros que consideram somente o preço do produto no mercado e não discriminam a forma de negociação na composição da receita bruta. Assim, o modelo proposto procura captar a receita bruta média com duas formas de negociação da produção, que é uma característica particular da produção de grãos e fibras do Brasil.

Outro ponto importante considerado no trabalho é o período de 24 meses no fluxo de caixa, pois esse critério procura captar o fluxo de entrada de receita do produto, que, por sua vez financia outro com a saída de recurso. Esse fluxo financeiro torna imprescindível quando se tem dupla safra. Então, para captar essa condição estruturou para cada mês com o valor médio real da receita das seis safras e também para o custo. O mesmo procedimento foi realizado para determinar o valor médio dos 23 meses seguintes para a propriedade com cultivo de soja e milho e soja, algodão e milho.

Assim, no trabalho foi adicionado o fluxo de caixa na restrição do modelo para avaliar sua oscilação financeira no planejamento agrícola. Esses dados representam o valor médio das dez safras para cada mês do ciclo de produção da propriedade de 24 meses. Em Sorriso, o custo operacional (CO) da soja precoce (SP) foi de R\$ 3,23/ha no mês 1. No mesmo período, o CO ficou em R\$ 3,52/ha para a soja normal e em R\$ 3,27/ha para o milho. Em Campo Novo do Parecis (CNP), o CO foi de R\$ 3,21/ha para a soja precoce, de R\$ 4,83/ha para a normal, de R\$ 14,46/ha para o algodão e de R\$ 3,93/ha para o milho, no mês 1. Quanto à receita bruta (RB), não foi registrada nenhuma entrada no período para as duas regiões avaliadas (Tabela 4.5).

Para o estudo, assume-se nos modelos que o capital não é limitante, sendo que o valor inicial disponível para a propriedade representativa de Sorriso é de R\$ 1.700/ha e para Campo Novo do Parecis de R\$ 3.700/ha. O saldo do mês anterior será utilizado no mês seguinte para financiar a produção da propriedade. No caso de saldo negativo, o valor não foi corrigido com juros financeiros como cheque especial ou fundo rotativo, pois essa informação não foi obtida durante o levantamento.

Tabela 4.5 - Valores médios da receita e do custo das dez safras (2000/01 a 2009/10) dos produtos encontrados na propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis – R\$/ha.

	Sorriso						Campo Novo do Parecis							
	SP		SN		MS		SP		SN		ALG		MS	
	CO	RB	CO	RB	CO	RB	CO	RB	CO	RB	CO	RB	CO	RB
1	3,23	0,00	3,52	0,00	3,27	0,00	3,21	0,00	4,83	0,00	14,46	0,00	3,93	0,00
2	3,21	0,00	3,51	0,00	3,26	0,00	3,20	0,00	4,81	0,00	14,40	0,00	3,60	0,00
3	14,18	0,00	14,47	0,00	3,24	0,00	6,79	0,00	8,45	0,00	14,30	0,00	3,59	0,00
4	77,71	0,00	6,15	0,00	2,44	0,00	12,83	0,00	14,44	0,00	13,96	0,00	3,21	0,00
5	2,37	0,00	73,19	0,00	2,43	0,00	13,33	0,00	15,61	0,00	130,27	0,00	3,77	0,00
6	107,33	0,00	130,57	0,00	25,70	0,00	3,31	0,00	5,59	0,00	18,16	0,00	3,74	0,00
7	39,06	0,00	38,16	0,00	3,84	0,00	4,62	0,00	7,73	0,00	26,10	0,00	3,71	0,00
8	5,02	0,00	6,66	0,00	3,81	0,00	43,62	0,00	46,71	0,00	43,02	0,00	3,68	0,00
9	37,94	0,00	38,24	0,00	2,36	0,00	152,95	0,00	179,81	0,00	141,66	0,00	26,09	0,00
10	55,83	0,00	56,16	0,00	2,34	0,00	53,21	0,00	55,60	0,00	20,68	0,00	3,07	0,00
11	68,07	0,00	70,64	0,00	2,31	0,00	52,67	0,00	56,48	0,00	33,53	0,00	108,12	2,87
12	32,94	457,87	14,25	0,00	151,34	0,00	84,56	242,69	18,49	0,00	71,58	0,00	343,20	9,67
13	47,27	496,79	5,84	0,00	260,62	0,00	104,09	346,50	27,49	0,00	183,53	579,76	40,30	10,74
14	67,95	152,13	51,67	0,00	52,35	0,00	40,34	296,25	92,15	0,00	99,26	577,07	97,14	10,72
15	36,46	0,00	60,88	338,99	72,92	0,00	27,84	6,18	97,82	190,56	935,06	574,59	18,61	10,77
16	802,09	626,99	828,04	1075,77	8,53	0,00	871,17	823,33	855,96	1068,70	47,01	639,05	5,63	2,78
17	47,12	0,00	53,56	238,75	1,19	0,00	3,49	6,08	9,05	195,50	61,90	634,72	1,61	2,73
18	1,75	0,00	2,26	28,40	67,20	83,33	3,33	0,00	5,24	81,22	267,05	630,60	15,75	76,22
19	1,74	0,00	2,25	28,36	76,60	244,53	3,32	0,00	5,21	80,56	475,72	355,44	74,53	264,58
20	1,73	0,00	2,24	28,29	79,05	291,03	3,29	0,00	3,81	41,34	291,88	479,47	116,24	254,84
21	1,71	0,00	2,01	21,62	10,95	178,80	3,27	0,00	3,87	43,13	2204,41	475,13	8,19	122,54
22	1,70	0,00	1,73	14,69	6,82	42,26	3,24	0,00	4,02	39,77	18,52	279,91	14,63	98,47
23	1,68	0,00	1,52	6,21	3,55	38,17	3,20	0,00	3,99	39,63	17,88	261,04	11,44	69,62
24	1,67	0,00	1,30	0,00	3,54	20,64	5,62	0,00	20,38	0,00	17,77	258,93	3,49	24,61

Legenda: SP: Soja precoce, SN: Soja Normal, MS: Milho safrinha, ALG: Algodão

Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, o modelo estudado considera no cálculo do desvio absoluto total a margem bruta média como medida risco. Essa condição, procura captar a variação do custo de produção e da receita bruta, o que distingue de vários trabalhos realizados, pois não é fácil obter série de custo de produção. Peres (1981), Rodrigues (1987), De Zen (2002), Pizzol (2002) e Fasiaben (2002) consideraram o desvio absoluto total da receita bruta como medida de risco.

Nessa parte do trabalho, inclui-se o Motad na programação linear e avalia-se a mudança na atividade associada à variabilidade da renda. Os valores utilizados na estrutura de cálculo tiveram como base o desvio absoluto da margem de contribuição da safra. Para determinar o valor do desvio absoluto, calculou-se a diferença entre o valor da margem de contribuição observada e estimada. A última variável é obtida a partir regressão linear simples da margem de contribuição da cultura em relação ao tempo. Com o valor do intercepto e a inclinação da reta gerada na regressão, portanto, estima-se o valor da margem de contribuição esperada da safra (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 – Desvio absoluto total da margem bruta de produção – R\$/ha

	SRS			CNP			
	SP	SN	MS	SP	SN	ALG	MS
1	80,39	18,33	-106,12	-25,11	68,74	-177,60	-58,39
2	23,63	-8,40	98,25	-8,60	114,86	588,05	75,61
3	208,63	112,47	30,54	215,83	54,14	928,32	1,69
4	74,94	251,37	59,15	102,28	58,20	-159,30	18,66
5	-141,53	-107,03	-5,04	50,06	-61,42	-1359,06	-33,70
6	-453,96	-515,12	-134,21	-444,47	-500,19	-258,07	-109,00
7	-220,58	-143,42	45,48	-194,69	-134,50	-89,07	124,29
8	140,31	212,53	82,27	72,85	115,80	-108,89	76,78
9	82,00	207,47	-138,57	136,20	214,03	-335,86	-125,02
10	206,17	-28,21	68,25	95,64	70,34	971,48	29,10

Legenda: SP: Soja precoce, SN: Soja Normal, MS: Milho safrinha, ALG: Algodão, SRS: Sorriso, CNP: Campo Novo do Parecis.

Fonte: Dados da pesquisa.

A hipótese do modelo considera que o produtor adota racionalidade econômica na tomada de decisão do planejamento agrícola da propriedade rural, procurando arranjar os produtos na propriedade com o máximo de margem bruta de contribuição.

Para processar os dados acima, utilizou-se o *software* LINDO versão W32. As variáveis consideradas na restrição do modelo de planejamento com máxima margem bruta de contribuição foram: uso da área de cultivo na safra, disponibilidade de hora-máquina para o semeio e colheita e fluxo de caixa da propriedade. Na segunda parte, minimizou-se da incerteza, considerando as restrições supracitadas e o desvio absoluto da margem bruta da propriedade. Assim, tem-se:

## A) Maximização da receita líquida operacional ou margem de contribuição

A função objetivo, equação (20), que diz respeito à maximização da margem bruta de contribuição da propriedade típica em R\$/ha.

$$z = \sum_{j=1}^m mb_{ij} X_j \quad j(1, \dots, m) \quad (20)$$

$$X_j \geq 0 \quad j(1, \dots, m)$$

Em que:

$X_j$  = Área de  $j$  produto(ha);

$mb_{ij}$  = margem bruta de contribuição do  $j$  produto em (R\$/ha) no período  $i$ .

$m$  = número de produtos

A maximização da função objetivo está sujeita a algumas restrições, tais como:

A propriedade representativa utiliza intensamente a área agrícola, cultivando duas safras no mesmo ano. A equação (21) representa que a quantidade de área de cultivo da soja precoce, soja normal e milho segunda safra, em hectare, no período  $j$  não deve exceder a área total de cultivo da propriedade de Sorriso.

## a) Uso da terra - ha

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} X_j \leq ATC_i \quad i(1, \dots, n) \text{ e } j(1, \dots, m) \quad (21)$$

$$X_j \geq 0 \quad j(1, \dots, m)$$

Em que:

$a_{ij}$  = área agrícola disponível para se utilizada para  $j$  produto na propriedade no período  $i$ ; se  $a_{ij}=1$  no período  $i$ , então a terra pode ser ocupada com o produto  $j$ . Caso contrário, se  $a_{ij}=0$  no período  $i$ , a área não está disponível para o cultivo do  $j$  produto.

$ATC_i$  = área total de cultivo da propriedade no período  $i$ ;

$m$  = número de produtos.

$n$  = número de períodos.

A intensificação do uso da área exige maior disponibilidade de hora-máquina para executar o semeio da lavoura na janela recomendada. Assim, a equação (22) demonstra que a quantidade de hora-máquina para o semeio do  $j$  produto, em horas por hectare, no período  $i$  não deve exceder o total de hora disponível ( $THD$ ) também no período  $i$ .

b) Disponibilidade de máquina para semeio – h/ha

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b_{ij} X_j \leq THDS_{ij} \quad i (1, \dots, n) \text{ e } j (1, \dots, m) \quad (22)$$

$$X_j \geq 0 \quad j (1, \dots, m)$$

Em que:

$n$  = número de períodos;

$m$  = número de produto;

$b_{ij}$  = hora-máquina por hectare gasto para o semeio do  $j$  produto no período  $i$ ;

$THDS_i$  = Total de hora disponível para o semeio do  $j$  produto no período  $i$ .

A introdução da segunda safra depende do ritmo de colheita da cultura antecessora. Assim, a equação (23) expressa que a quantidade de hora máquina para a colheita do  $j$  produto, em horas por hectare, no período  $i$  não deve exceder a hora total disponível para colheita no período  $i$ .

c) Disponibilidade de máquina para colheita h/ha

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} X_j \leq THDC_{ij} \quad i (1, \dots, n) \text{ e } j (1, \dots, m) \quad (23)$$

$$X_j \geq 0 \quad j (1, \dots, m)$$

Em que:

$n$  = número de períodos;

$m$  = número de produto;

$c_{ij}$  = hora-máquina por hectare gasto para a colheita do  $j$  produto no período  $i$ ;

$THDC_i$  = Total de hora disponível para a colheita do  $j$  produto no período  $i$ .

Os fluxos de caixas da propriedade está representada na equação (24), em que a Receita Bruta do  $j$  produto, em ha, no período  $i$  menos o Custo Operacional do  $j$  produto, em R\$ por hectare, no período  $i$  não deve exceder o total de crédito disponível para o  $j$  produto no período  $i$ .

d) Balanço do fluxo de caixa de produção das atividades – R\$/ha

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m rb_{ij} X_j - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m co_{ij} X_j + TC_i - TC_{i-1} \leq 0 \quad i (1, \dots, n) \text{ e } j (1, \dots, m) \quad (24)$$

$$X_j \geq 0 \quad j (1, \dots, m)$$

Em que:

$n$  = número de períodos;

$m$  = número de produto;

$rb_{ij}$  = receita bruta do  $j$  produto no período  $i$ ;

$co_{ij}$  = custo operacional do  $j$  produto no período  $i$ ;

$TC_{i-1}$  = Total de Crédito para a produção dos produtos no período  $i-1$ ;

$TC_i$  = Total de Crédito para a produção dos produtos no período  $i$ .

O semeio de milho ocorre após a colheita da soja precoce e para não ocorrer um descompasso de ocupação de área adiciona-se a restrição da equação (25)

e) restrição de área do milho sobre a soja precoce - ha

$$-X_1 + X_3 \leq 0 \quad (25)$$

$$X_1, X_3 \geq 0$$

Em que:

$X_1$  = área de soja precoce;

$X_3$  = Área de milho segunda safra.

## B) Minimização do risco da margem de contribuição

Assumindo que o tomador de decisão deseja minimizar o remorso ou arrependimento que ele experimenta depois de tomar a decisão. Então, ele é capaz de comparar o resultado com o qual ele gostaria de atingir (Hazell, 1986).

A partir da equação (13), tem-se a função objetivo da propriedade representativa equação (26) trata-se da minimização do desvio da margem de contribuição da propriedade representativa

$$\min W = \sum_{i=1}^n -D_i^+ + D_i^- \quad i(1, \dots, n) \quad (26)$$

A minimização da função objetivo(26) está sujeita à

$$z^* - \sum_{j=1}^m mb_{ij} X_j \leq W \quad j(1, \dots, m) \quad (27)$$

e as equações (21) a (25). Além disso, adiciona-se a equação

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} X_j - D_i^+ + D_i^- = 0 \quad i(1, \dots, n) \text{ e } j(1, \dots, m) \quad (28)$$

$$X_j, -D_i^+, +D_i^- \geq 0 \quad i(1, \dots, n) \text{ e } j(1, \dots, m)$$

Em que:

$n$  = número de períodos;

$m$  = número de produto;

$d_{ij}$  = desvio absoluto da margem de contribuição do  $j$  produtos no período  $i$ ;

$z^*$  = valor da margem de contribuição ótima da propriedade

$mb_{ij}$  = margem de contribuição do  $j$  produto no período  $i$

$W$  = é o maior conjunto de arrependimento de um planejamento agrícola sobre toda a natureza;



## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A apresentação das análises dos resultados foi dividida em três partes. A primeira traz a estrutura de planejamento agrícola da propriedade representativa. A partir dos resultados econômicos obtidos, é possível, então, compreender a sistemática de produção de uma propriedade rural, que engloba o custo de processo de produção, o custo de produção do produto e o fluxo de caixa agrícola. Por fim, são apresentados os resultados quantitativos do modelo de planejamento agrícola para as duas propriedades representativas.

### **5.1 Planejamento agrícola na propriedade representativa**

Nessa parte do trabalho, descreve-se a sistematização do planejamento da produção de uma propriedade representativa multiproduto envolveu duas situações. Enquanto a primeira foca o comportamento de uma propriedade com único produto na safra verão, a outra avalia a concorrência pela área na principal safra agrícola.

Em Sorriso, que tem único produto na primeira safra, recomenda-se iniciar o plantio da soja precoce no dia 15 de setembro, com a atividade encerrando no dia 30 de outubro. Na sequência, entre novembro e dezembro, introduz-se a soja (normal ou médio) na lavoura. Quanto à colheita, que depende do ponto de maturação para ocorrer, dezembro e janeiro são os meses ideais no caso da soja precoce. A soja normal, por sua vez, deve ser colhida entre março e abril. O tempo de uso do solo da soja precoce oscila entre 100 e 110 dias, ao passo que o da soja normal varia de 110 a 120 dias. Quando o produtor opta pelo milho na segunda safra, o semeio ocorre simultaneamente à colheita da soja precoce. A retirada da produção de milho do campo ocorre entre julho e agosto, totalizando um tempo de ocupação da área agrícola de 120 a 150 dias (Quadro 5.1).

Para a propriedade de Campo Novo do Parecis, caracterizada por dois produtos na primeira safra (soja e algodão), o plantio da oleaginosa é semelhante ao observado em Sorriso. Já o algodão é semeado entre novembro e dezembro e colhido em julho e agosto, totalizando 120 a 160 dias de ocupação (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 – Cronograma de semeio e colheita de soja, algodão e milho no Mato Grosso

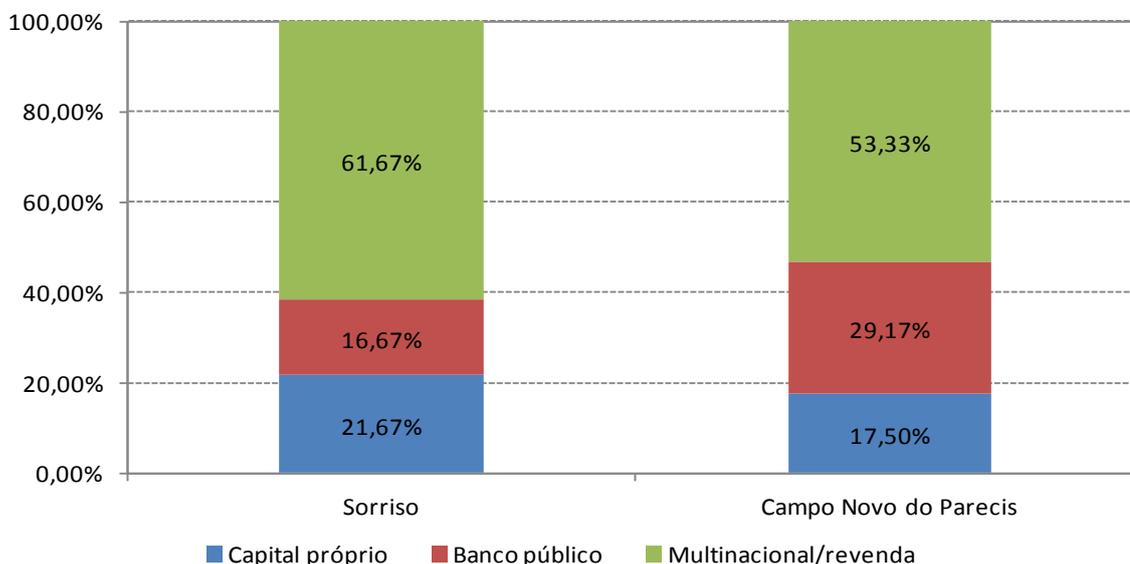
Local	Safr	Produto	Processo	Meses da produção agrícola																		
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D							
Sorriso	1 Safr	Soja precoce	Semeio											x	x	x						
			Colheita	x	x															x		
		Soja	Semeio																x	x	x	x
			Colheita				x	x	x	x												
	2 Safr	Milho	Semeio	x	x																x	
			Colheita									x	x	x	x							
Campo Novo do Parecis	1 Safr	Soja precoce	Semeio											x	x	x						
			Colheita	x	x																x	
		Soja	Semeio																x	x	x	x
			Colheita				x	x	x	x												
		Algodão	Semeio																	x	x	x
			Colheita										x	x	x	x						
	2 Safr	Milho	Semeio	x	x																x	
			Colheita										x	x	x	x						

Fonte: Dado de pesquisa.

O processo de intensificação do uso da área agrícola no cerrado iniciou com o aprimoramento tecnológico do semeio direto, a introdução de novas cultivares de soja, milho e algodão adaptadas às suas condições edafoclimáticas e de produtos químicos seletivos. A tecnologia disponível para as últimas seis temporadas permite o plantio de duas safras na mesma área agrícola, colocando o Brasil entre os poucos países a possuir essa vantagem competitiva.

Para viabilizar essa condição, buscam-se diferentes fontes de recursos de custeio da produção. O presente trabalho procurou retratar o mecanismo praticado por produtores de Mato Grosso. Devido à burocracia e à demora na liberação de recurso por parte do governo federal, agricultores acabam negociando com outros agentes. Em Sorriso, na média de seis safras, 61,67% do montante utilizado para financiar a produção agrícola de Mato Grosso vem de iniciativas privadas, como *trader* e revenda. Já as parcelas de capital próprio do produto e de banco público correspondem a 21,67% e 16,67%, respectivamente. No caso de Campo Novo do Parecis, a multinacional/revenda responde por 53,33%, banco público, com 29,17% e capital próprio, com 17,5% (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Participação média da fonte de recurso para financiamento da produção da propriedade representativa entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Dado de pesquisa.

A iniciativa privada utiliza o mecanismo da venda antecipada para financiar a produção agrícola de Mato Grosso. Trata-se da negociação do volume a ser plantado feita entre o produtor e o agente comprador (multinacional, cooperativa e revenda). Entre as principais formas de pagamento estão a troca da produção por insumo e a fixação do preço em dólar, por meio do contrato futuro.

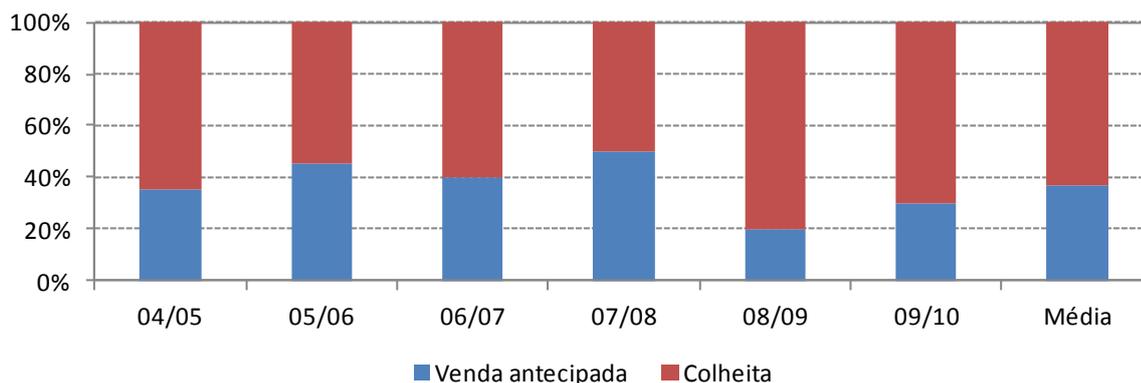
A troca da produção por insumo demonstra a intenção do agricultor em fixar parte do custo da lavoura. Sob outra óptica, ao antecipar a venda de parte da produção, o produtor está procurando proteger sua receita diante de uma eventual queda de preço; ao mesmo tempo, não desfruta de uma possível valorização do produto no período combinado da entrega. Além disso, o produtor paga juros (simples) sobre o montante financeiro de insumo negociado na troca. Mesmo com esse risco, o mecanismo de comercialização antes da colher a safra é bastante usado.

Outra modalidade praticada por produtores é a venda antecipada por meio de preço fixado em dólar. Nem sempre, porém, essa negociação fica disponível, como no caso dos períodos de incertezas econômicas. Isso porque, nesse tipo de mecanismo, o produtor pode sofrer com a valorização da moeda nacional frente ao dólar, ao passo que uma apreciação da moeda norte-americana o beneficiaria.

Para retratar melhor a prática adotada pelos produtores no planejamento da produção da propriedade, considerou-se que uma parcela da receita bruta é procedente da venda antecipada, enquanto o restante vem das vendas pós-colheita.

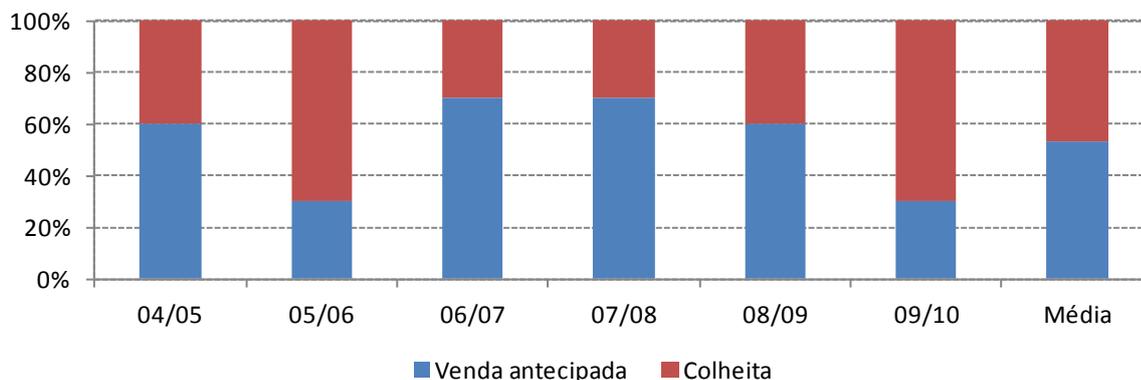
As Figuras Figura 5.2 e Figura 5.3 ilustram a participação da venda antecipada na safra de soja entre as temporadas 2004/05 e 2009/10, em Sorriso e Campo Novo do Parecis, respectivamente. Em geral, a propriedade representativa de Sorriso compromete menor quantidade da produção da oleaginosa para a venda antecipada em relação a Campo Novo do Parecis.

Figura 5.2 – Modalidade de venda da produção de soja (precoce e normal) na propriedade representativa na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

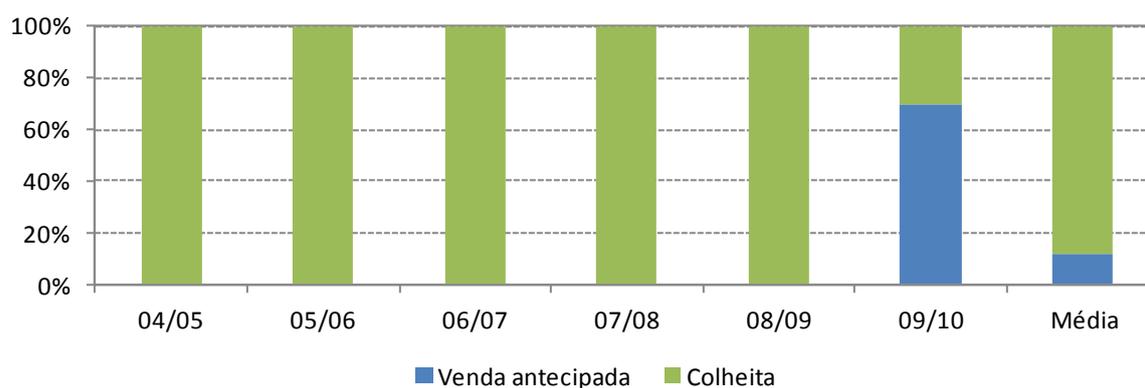
Figura 5.3 – Modalidade de venda da produção de soja (precoce e normal) na propriedade representativa na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

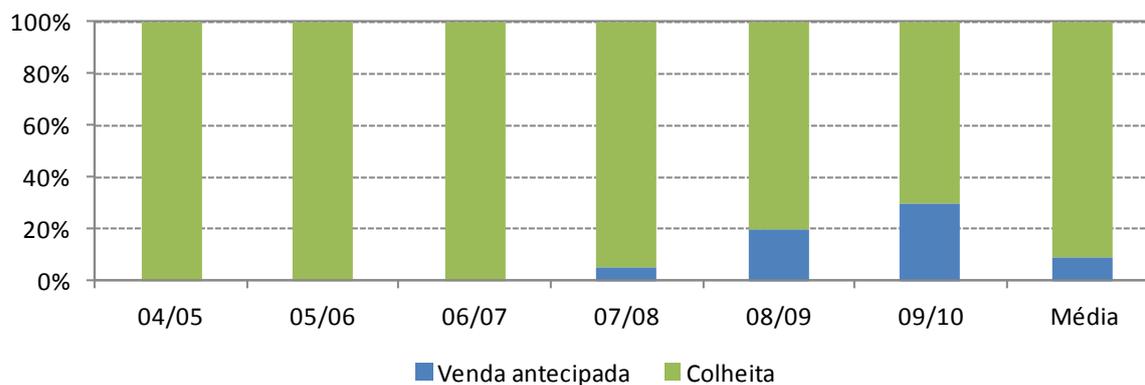
As Figuras 5.4 e 5.5 ilustram a participação da venda antecipada na safra de milho entre as temporadas 2004/05 e 2009/10, em Sorriso e Campo Novo do Parecis, nesta ordem. Como a comercialização do grão se concentra no período pós-colheita, registra-se venda antecipada em Campo Novo do Parecis a partir da safra 2007/08 e em Sorriso, da safra 2009/10.

Figura 5.4 – Modalidade de venda da produção de milho na propriedade representativa na região de Sorriso - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Figura 5.5 – Modalidade de venda da produção de milho na propriedade representativa na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



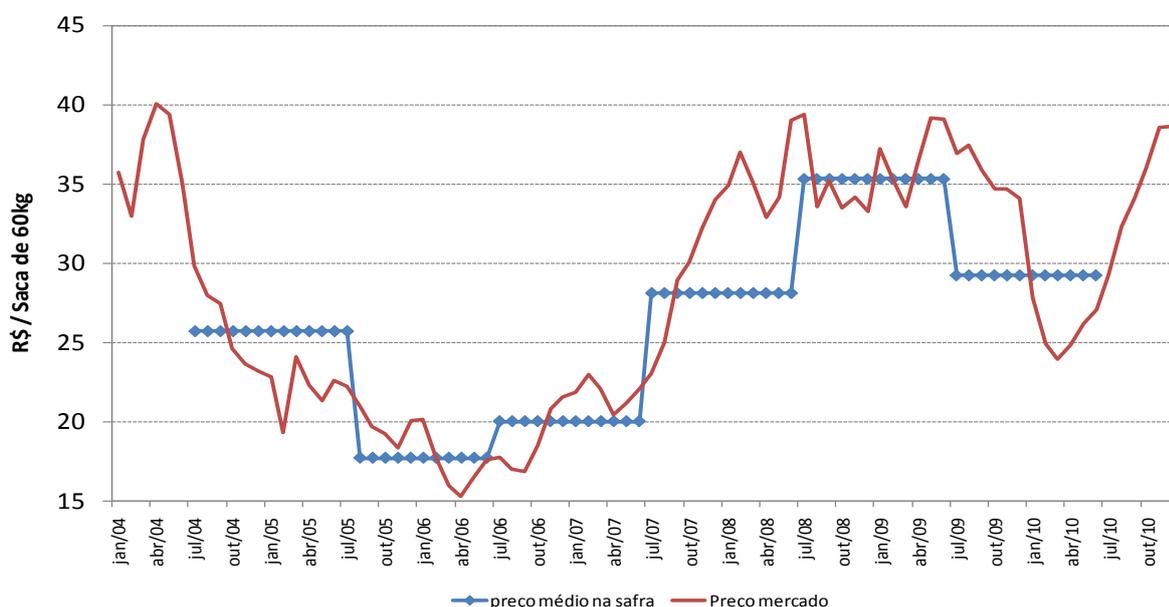
Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

De modo geral, observa-se que a venda antecipada é um mecanismo bastante utilizado nas propriedades representativas avaliadas. Com isso, o produtor consegue financiar parte da lavoura e viabilizar a produção. No Mato Grosso, a maior interessada na prática tem sido uma multinacional exportadora de soja, tendo em vista que a troca entre insumos (fertilizantes) e o grão garante um bom volume contratado no mercado internacional da oleaginosa e seus derivados. Grupos como ADM (Archer Daniels Midland), Bunge, Cargill, LDC (Louis

Dreyfus Commodity), além da nacional A.Maggi, respondem por 70% da comercialização da soja brasileira (Agnol *et al.*, 2007). Para o algodão, grande parte da produção também é comercializada antecipadamente – o restante é negociado após a colheita. Já no caso do milho, a comercialização se concentra no momento da colheita, no mercado físico.

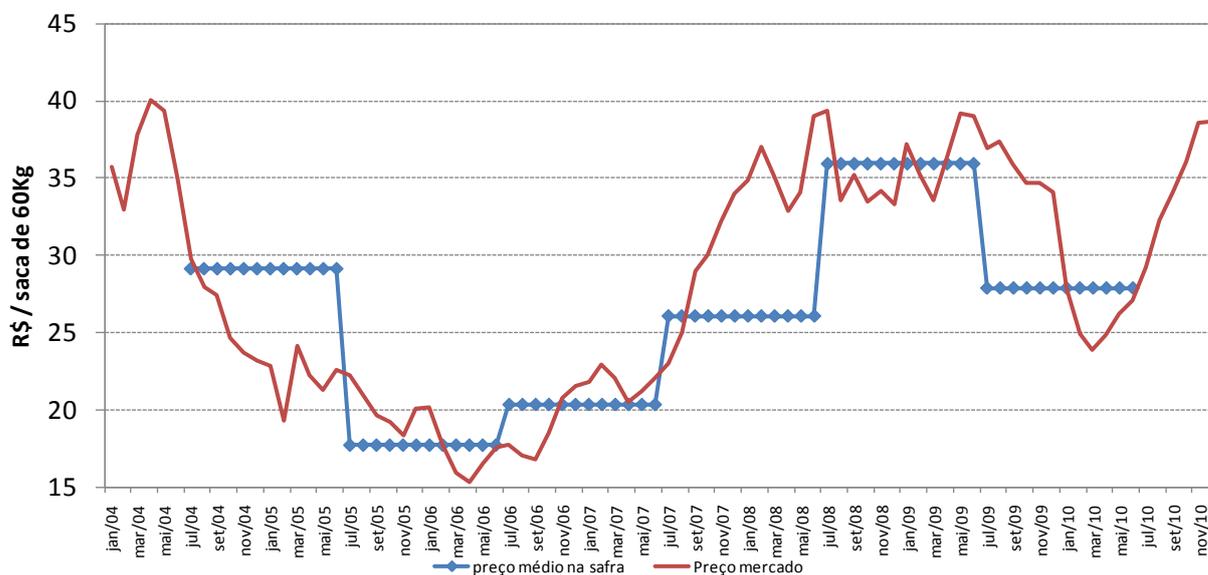
Vale ressaltar que a venda realizada antecipadamente ou no momento da colheita não livra o produtor da oscilação de preços. As Figura 5.6 e 5.7 apresentam a cotação média da saca de soja no mercado e a média ponderada recebida pelo produtor na safra em Sorriso e Campo Novo do Parecis, respectivamente. Constatase que o preço de fechamento da safra da propriedade (venda antecipada e pós-colheita) difere da média do mercado. Isso porque produtores comercializam a produção em diferentes momentos, o que, em outras palavras, significa dizer que a prática de vender tudo num único preço e período não é comum.

Figura 5.6 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor de soja (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Figura 5.7 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor na soja (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.

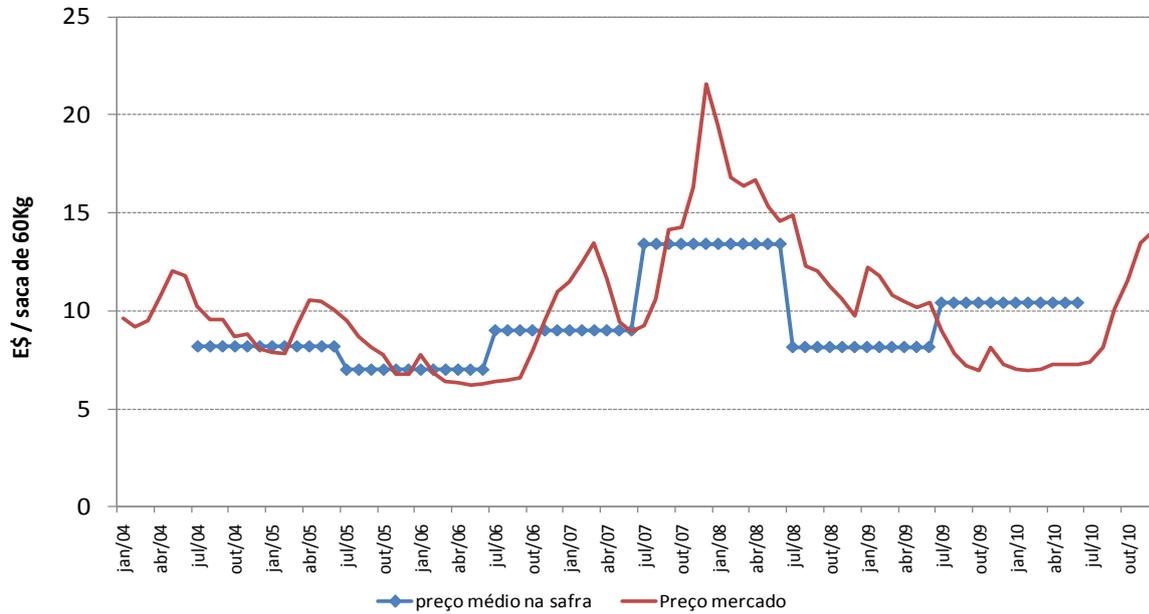


Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Igualmente, a negociação do volume de milho produzido se dá de forma escalonada. No entanto, a estrutura de transação comercial é menos desenvolvida em relação à soja no Brasil. A comercialização, basicamente, é feita no mercado físico, após a colheita. Na Figura 5.8, tem-se o comportamento de preço do milho no mercado físico e a cotação média recebida pelo produtor na safra para região de Sorriso, que predominantemente comercializou o grão no físico. O mecanismo de troca por insumo só foi observado na safra 2009/10 (Figura 5.4).

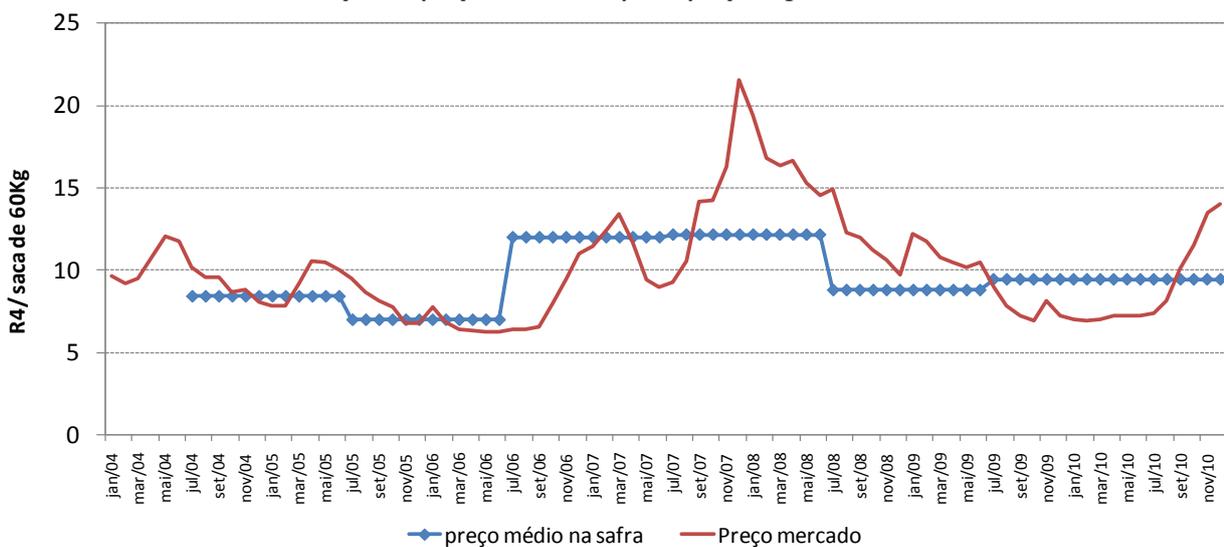
Já em Campo Novo do Parecis, nota-se que o preço do milho ficou mais estável no mercado físico (Figura 5.9). Isso se deve ao mecanismo de troca do grão por insumo observado na temporada 2007/08. Assim, o produtor pode dispor de uma nova forma de negociação e proteção da receita em caso de queda nos preços (Figura 5.5).

Figura 5.8 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor no milho (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

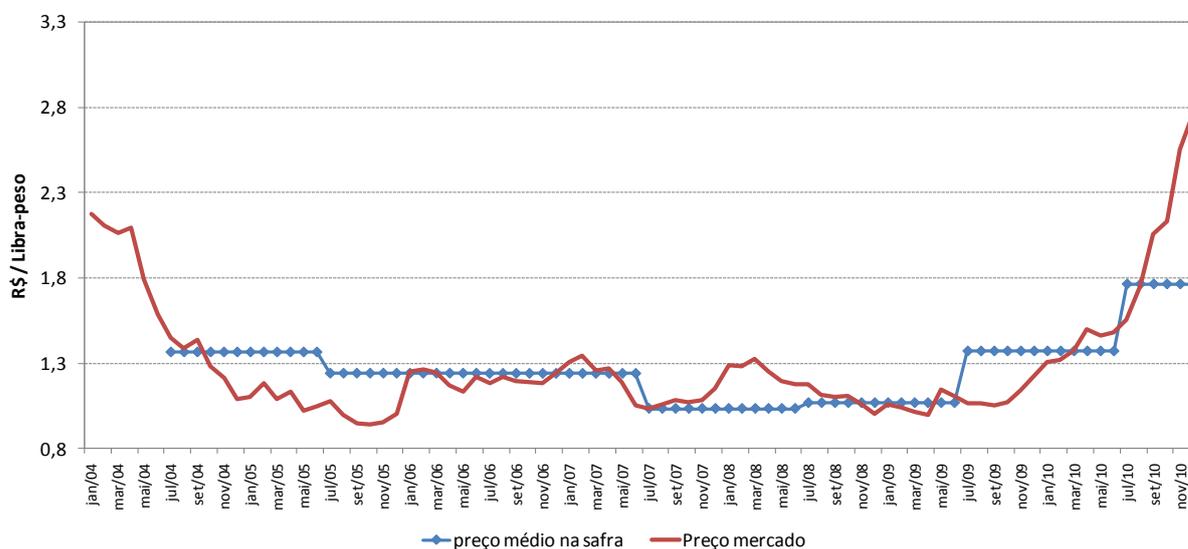
Figura 5.9 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor no milho (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

Para o algodão, produtores também costumam comercializar antecipadamente. A Figura 5.10 apresenta a cotação média do produto na região de Campo Novo do Parecis, oeste do estado de Mato Grosso, entre os anos de 2004 e 2010. Nota-se que o preço médio no mercado físico também difere do recebido pelo produtor durante a safra. Nesse caso, o produtor procura antecipar a venda para financiar a produção de fibra, e, em situações mais extremas, vende a safra posterior.

Figura 5.10 – Evolução do preço médio mensal recebido pelo produtor no algodão em pluma (preço mercado) e preço médio ponderado negociado pelo produtor (preço médio safra) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – elaborado pelo autor.

A decisão de antecipar a venda de soja e algodão por um preço fixo mostrou que o produtor protegeu a receita da propriedade diante de uma possível retração do valor da unidade comercializada no momento da entrega da produção, embora ele também não participe de uma eventual alta. No caso do milho, como predomina a venda no mercado físico, o preço fica mais próximo do valor de comercialização. Ao mesmo tempo, o produtor fica mais exposto à variação de preço. Comercializar parte da safra antecipada e escalonar a produção ao longo do ano é o que gera essa diferença entre a média recebida pelo produtor e o preço médio praticado no mercado físico. Portanto, uma propriedade com maior cesta de produtos tende a ficar com menor exposição às variações de preço.

Neste trabalho, foram consideradas as cotações médias ponderadas conforme a venda da produção, combinando o percentual comercializado antecipadamente com o percentual referente à negociação no mercado físico após a colheita. Essa medida procura aproximar a realidade da propriedade representativa em relação à receita bruta. Na seção seguinte, examina-se outra ponta da gestão de propriedade rural, que envolve o custo de produção de processo, custo de produção e fluxo de caixa.

## **5.2 Avaliação econômica da propriedade representativa**

Os resultados econômicos do custo de produção para os produtos encontrados na propriedade foram organizados em três grupos: custo por processo produtivo, seguido pela análise do custo de produção e pelo fluxo de caixa.

### **a) Custo por processo de produção**

A análise dos resultados do custo do processo de produção agrícola na propriedade envolve as condições de preparo do solo, semeio, tratos culturais, colheita, pós-colheita, bem como o comportamento médio das últimas três safras. As avaliações do custo do processo de Sorriso para a soja precoce, soja normal e o milho estão representadas entre as Figura 5.11 e Figura 5.29; para Campo Novo do Parecis, a análise da soja precoce, soja, milho e algodão pode ser observada entre as Figura 5.30 e Figura 5.53.

Na propriedade representativa de Sorriso, durante as seis safras pesquisadas, houve uma mudança no custo de processo de produção do preparo do solo e semeio da soja precoce e normal, diferença nos custos dos processos dos tratos culturais e da colheita entre soja precoce e normal.

Por meio das Figura 5.11 e Figura 5.17, é possível observar um aumento no gasto com fertilizantes nas últimas três safras. Por outro lado, houve uma queda na participação do fertilizante no custo do processo de semeio (Figura 5.12 e Figura 5.18). Essa mudança de distribuição de adubo na base (linha) para superficial visa agilizar o plantio de soja, pois sem o abastecimento do adubo na máquina (semeadora) há um maior rendimento na implantação da lavoura – focando basicamente o tempo para o abastecimento da semente e do diesel. Além disso, se reduz o gasto com combustível na distribuição de adubo, visto que essa atividade operacional é realizada com implemento agrícola leve. Anteriormente, no mesmo momento da operação do semeio, a introdução do adubo no solo era feita a partir do sulco próximo à linha

da semente e a uma profundidade abaixo da linha semente. Tal prática exigia maior tempo para abastecimento dos insumos, número de trabalhadores, gasto com diesel e manutenções das máquinas.

Outra diferença entre a soja precoce e a normal foi constatada no custo do processo durante a operação do trato cultural e da colheita. No trato cultural, normalmente, na soja normal adiciona-se uma aplicação de fungicida, setor de defensivo agrícola, em relação à soja precoce. Na colheita, os produtores costumam aplicar desfolhante nas lavouras de soja precoce para antecipar a maturação do grão. Essa medida permite semear o milho no melhor período de agrônômico e escalonar o uso máquina para colher toda lavoura da propriedade.

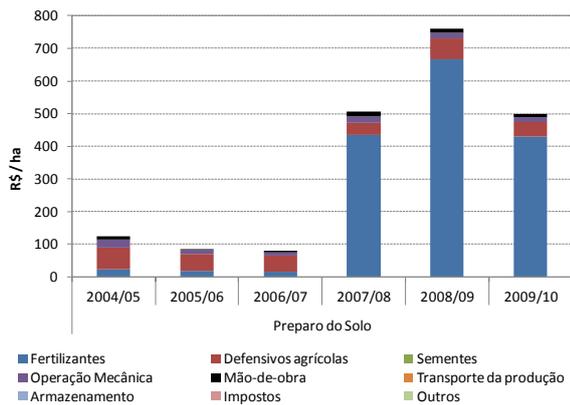
Nas Figura 5.13 e Figura 5.19, observa-se o custo de produção no processo dos tratos culturais da soja precoce e normal, respectivamente. A soja precoce apresenta vantagem sobre a normal em três pontos: defensivos agrícolas, operação mecânica e mão de obra. O custo médio com defensivos agrícolas no processo do trato cultural da soja precoce ficou em R\$ 188,50/ha nas últimas seis safras, um valor 17,30% menor que o desembolsado com a soja normal. Outros pontos relevantes são a redução dos gastos médios com operação mecânica e mão de obra, que, na mesma ordem, ficaram em R\$ 31,49/ha e R\$ 14,44/ha, uma vantagem de 14,13% e 12,14%, respectivamente, frente à soja normal.

Por outro lado, o custo do processo de colheita da soja precoce (Figura 5.14) em relação à soja normal (Figura 5.20) fica em desvantagem, devido aos gastos relacionados a defensivos agrícolas, operação mecânica e mão de obra. O custo médio do defensivo agrícola foi de R\$ 24,58/ha para as últimas seis safras, enquanto a soja normal dispensa esse tipo de desembolso. O custo médio da colheita da soja precoce também é maior que o da soja normal, haja vista à baixa eficiência da máquina. No período de colheita da soja precoce, a chuva e a umidade reduzem o tempo disponível para executar a operação. O custo médio da operação mecânica (desfolha e colheita mecânica) ficou em R\$ 67,97/ha, um acréscimo de 33,17% em relação à soja normal. O dispêndio com a mão de obra também aumenta para a soja precoce, em 46,02%, com média de R\$ 16,67/ha nas últimas seis safras.

Ao analisar o custo do processo pós-colheita para soja precoce (Figura 5.15) e normal (Figura 5.21), observam-se o transporte da produção e os impostos de comercialização como os principais fatores que estruturam o custo. Nesse caso, a soja precoce apresenta um custo inferior, dada a sua menor produtividade. Nas últimas seis safras, o custo médio com

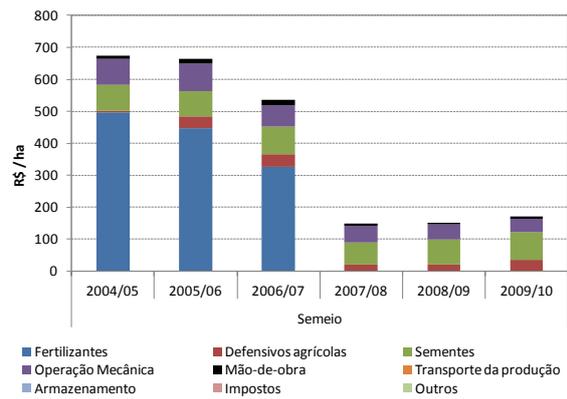
transporte ficou em R\$ 54,73/ha para a soja precoce, ante R\$ 58,52/ha para a normal, ou seja, uma diferença de 5,14%. No caso dos impostos, os gastos foram de R\$ 55,75/ha para a soja precoce e de R\$ 58,52/ha para a normal.

Figura 5.11 – Custo do preparo do solo para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



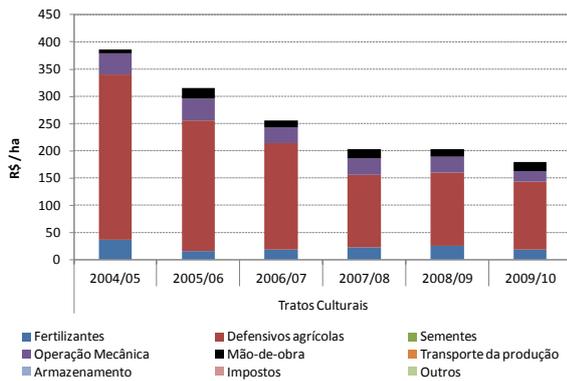
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.12 – Custo do semeio para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



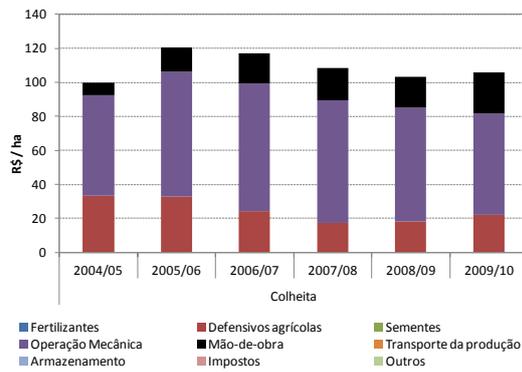
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.13 – Custo do trato cultural para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



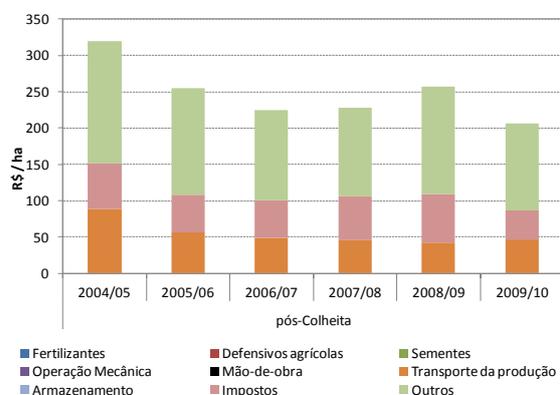
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.14 – Custo da colheita da produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



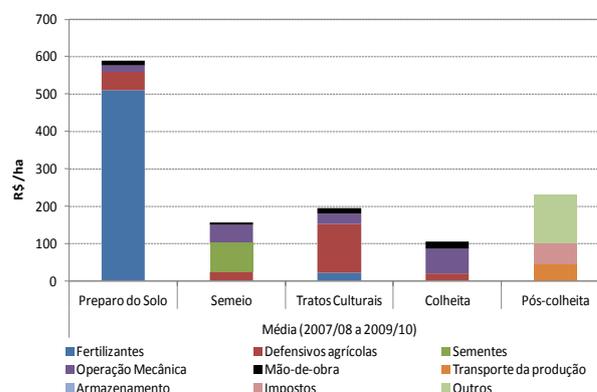
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.15 – Custo da pós-colheita para produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

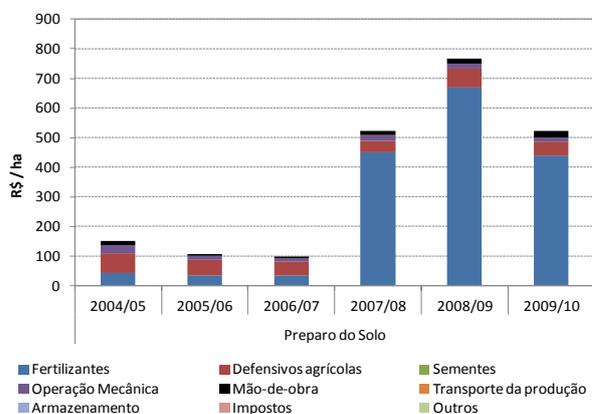
Figura 5.16 – Custo médio do processo de produção da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

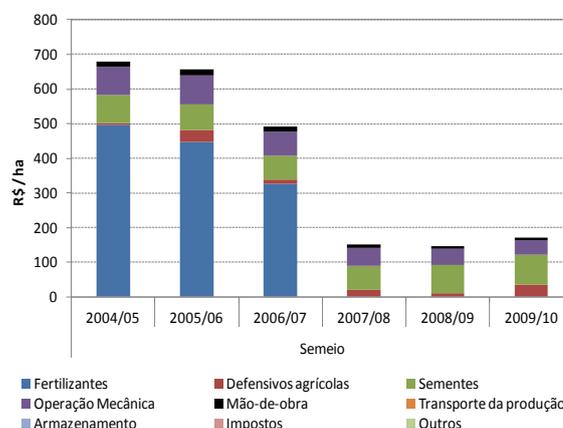
Na Figura 5.16, tem-se o custo médio do processo de produção da soja precoce e normal registrado nas safras 2007/08 e 2009/10. Entre os cinco estágios desse processo, o preparo do solo e a pós-colheita respondem, respectivamente, por 46,09% e 18,03% do custo médio de produção da soja precoce. Os tratos culturais participaram com 15,27%, o semeio somente, com 12,32%, e a colheita, com 8,29% do custo médio do processo de produção da soja precoce. Para a soja normal, a ordem de importância dos estágios de produção é igual à encontrada para a precoce, alterando apenas os percentuais (Figura 5.22). Nas últimas três safras (2007/08 a 2009/10), o custo médio de produção foi de R\$ 1.296,59/ha, com destaque para as etapas de preparo do solo, representando 46,53% do total, pós-colheita (18,20%), tratos culturais (18,51%), semeio (11,99%) e colheita (4,77%).

Figura 5.17 – Custo do preparo do solo para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



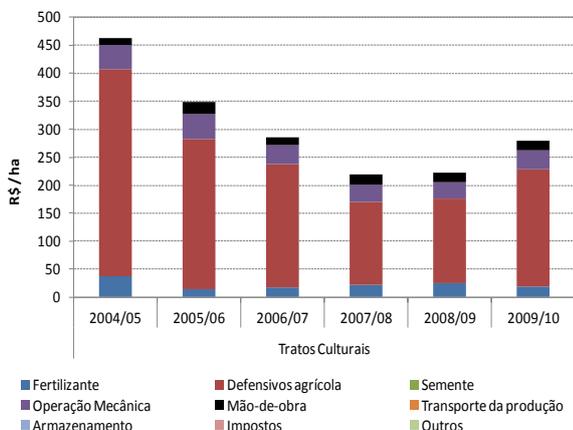
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.18 – Custo do semeio para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



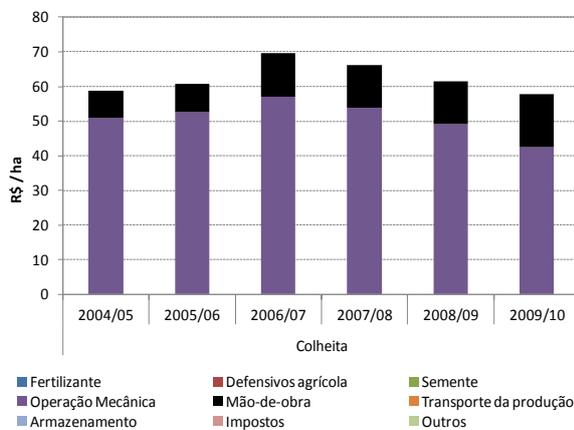
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.19 – Custo do trato cultural para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



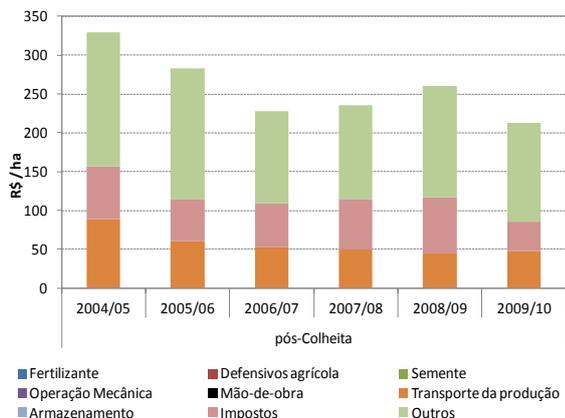
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.20 – Custo da colheita da produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



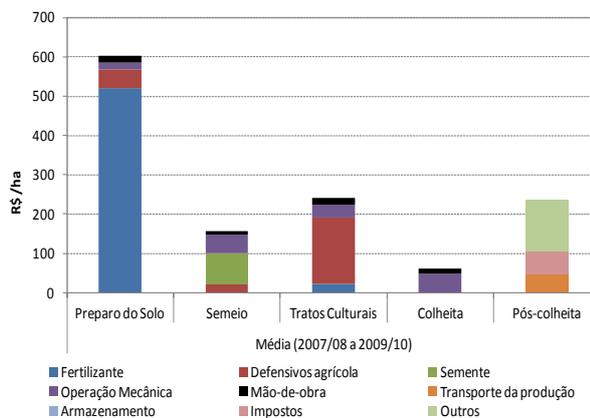
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.21 – Custo da pós-colheita para produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.22 – Custo médio do processo de produção da soja normal em Sorriso – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

No caso do milho, observou-se uma mudança no custo de processo de produção do preparo do solo, semeio, além dos tratamentos culturais e da colheita durante as seis safras pesquisadas na propriedade representativa de Sorriso.

A Figura 5.23 mostra o custo do processo do preparo do solo para a produção do milho como opção de segunda safra. Nessa fase, o desembolso com fertilizantes é o item de maior representatividade, seguido por operação mecânica e mão de obra. Para o período, o grupo fertilizante deve ser interpretado como o insumo calcário, que é aplicado de acordo com os resultados da análise do solo. Normalmente, essa atividade de correção do solo com calcário é realizado a cada quatro anos. Assim, considerou-se para o estudo o mesmo tempo

de amortização do custo de correção do solo. Nessas últimas seis safras, a representatividade do insumo calcário no processo de preparo do solo foi de 77,79%, enquanto a operação mecânica respondeu por 15,1% e a mão de obra, por 7,11%. Em valores, o custo médio com fertilizante foi de R\$ 15,51/ha, a operação mecânica, de R\$ 3,01/ha e a mão de obra, de R\$ 1,42/ha.

A Figura 5.24 apresenta os principais itens que compõem o custo de produção no processo de semeio do milho. Em ordem decrescente de gasto, são eles: semente, fertilizante, operação mecânica, defensivos agrícolas e mão de obra.

Ao longo das safras, nota-se que o fertilizante e a semente aumentam suas participações no custo do processo do semeio. No caso dos fertilizantes, a cada safra, o produtor adiciona maior quantidade de nutriente no solo para a produção do milho, ao mesmo tempo em que os preços dos fertilizantes também aumentam no mercado. Quanto ao desembolso com sementes, a sua importância aumentou a cada safra no processo de semeio, tendo em vista que produtores elevaram o investimento no fator tecnológico presente na semente, substituindo o produto de baixo investimento pelo de alto investimento. A operação mecânica e mão de obra para semear também são itens importantes a serem monitoradas no processo de semeio, pois respondem por depositar a semente e o adubo no solo. Dentro dos segmentos defensivos agrícolas, destacam-se os produtos químicos para o tratamento de proteção da semente contra o ataque de pragas e doenças (Figura 5.24).

Nas seis safras, o gasto com semente correspondeu a 41,19% do custo do processo de semeio. Em seguida, aparece fertilizante, com participação de 35,16% sobre o custo operacional desembolsado, operação mecânica, com 12,53%, defensivos agrícolas, com 7,49% e mão de obra, com 3,63%. Até a safra 2008/09, o fertilizante foi o item mais importante no processo de semeio, representando em média (2004/05 a 2008/09) 39,02% do custo, enquanto o gasto com semente correspondeu a 38,15% no mesmo período.

A mudança de participação do fertilizante na estrutura de custo no processo de semeio decorreu da eliminação da adubação de base durante o semeio e, ao mesmo tempo, do aumento do fator tecnológico na semente. Na safra 2009/10, os produtores passaram a introduzir o adubo no solo somente após o semeio. O objetivo era aumentar o rendimento de semeio, que tem a mesma justificativa discutida para o semeio da soja supracitada. Essa mudança proporcionou a redução no gasto da operação mecânica e fertilizante no processo de semeio.

A Figura 5.25 retrata o custo do processo do trato cultural do milho segunda safra na propriedade representativa de Sorriso. Na visão econômica, os itens a serem monitorados são fertilizantes, defensivos agrícolas, operação mecânica e mão de obra. Na média das seis safras, o desembolso com fertilizante representou 47,82% do custo do processo com tratos culturais. Defensivos agrícolas participaram com 34,74%, operação mecânica, com 11,75% e mão de obra, com 5,69%. Em importância, o custo com fertilizante foi de R\$ 126,00/ha, defensivos agrícolas, de R\$ 91,54/ha, operação mecânica, de R\$ 30,95/ha e mão de obra, de R\$ 14,98/ha.

O fertilizante utilizado nesse processo de produção é distribuído a lanco para complementar a necessidade nutricional da planta. O período estabelecido para a realização da atividade operacional é curto, uma vez que, quanto mais rápido os nutrientes forem dispostos para a planta, melhor é a chance de se colher uma boa produção. No mesmo período, há ainda a necessidade do controle de plantas invasoras e pragas, reduzindo significativamente os riscos de quebra de safra. Dessa maneira, os defensivos agrícolas, junto das máquinas e operadores, tornam-se itens relevantes para o monitoramento, embora apresentem valores inferiores aos de fertilizantes.

Na safra 2009/10, observa-se um aumento da participação do fertilizante no processo de tratos culturais. Isso porque produtores deixaram de distribuir o adubo de base no processo de semeio e aumentaram a quantidade de adubo nos tratos culturais.

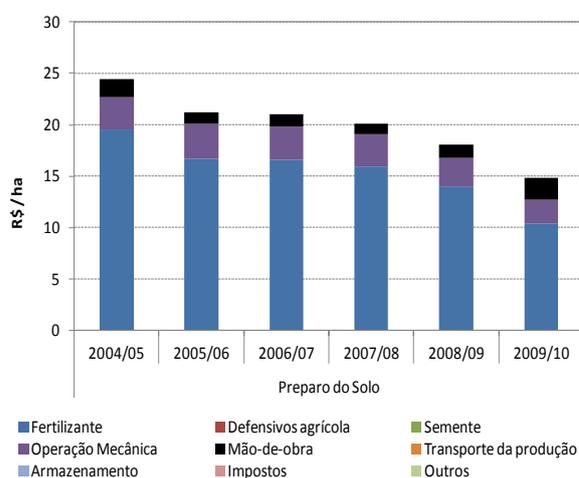
A Figura 5.26 apresenta o custo da colheita no processo de produção de milho, com destaque para os itens operação mecânica e mão de obra. Nas seis safras, o desembolso com operação mecânica representou 82,64% do custo do processo de colheita, enquanto a mão de obra correspondeu a 17,36% do total. Em valores, o custo com operação mecânica foi de R\$ 57,87/ha e com mão de obra, de R\$ 12,15/ha. Vale ressaltar que o gasto com operação mecânica na colheita varia conforme a produtividade do milho – quanto mais baixa, maior o rendimento por hora trabalhada.

A Figura 5.27 refere-se ao custo da pós-colheita no processo de produção do milho, que engloba o transporte da produção, armazenamento, impostos e outros. Na média das seis safras, o desembolso com transporte correspondeu a 35,65% do custo, enquanto o armazenamento participou com 14,12%, o imposto, com 9,96% e outros custos (despesas gerais, seguro, assistência técnica e financiamento de capital de giro), com 40,27%. Em

valores, o custo com transporte da produção foi de R\$ 61,24/ha, com armazenamento, de R\$ 24,26/ha, imposto, de R\$ 17,12/ha e outros, de R\$ 69,18/ha.

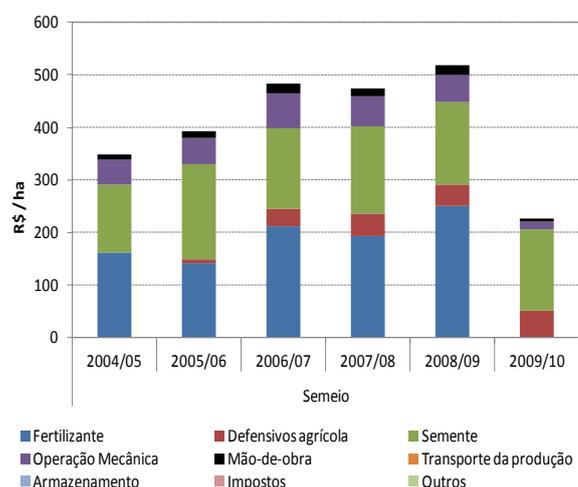
O custo do processo de produção do milho foi de R\$ 941,13/ha, na média das safras 2007/08 e 2009/10 (Figura 5.28). Entre os cinco estágios do processo, semeio e tratos culturais corresponderam, respectivamente, a 37,84% e 34,48% do custo. Na fase pós-colheita do processo de produção, os gastos representaram 18,59% do custo médio de produção, enquanto no período de colheita, se limitaram a 7,21%. O preparo do solo, por sua vez, teve uma participação média de 1,88%.

Figura 5.23 – Custo do preparo do solo para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



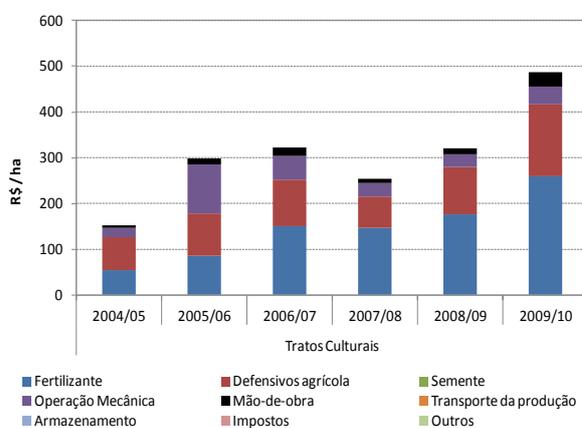
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.24 – Custo do semeio para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



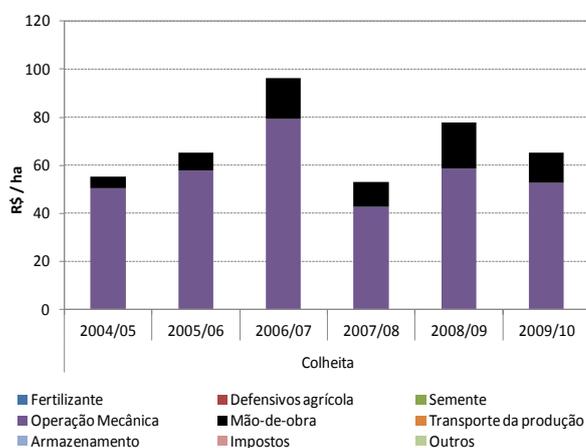
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.25 – Custo do trato cultural para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



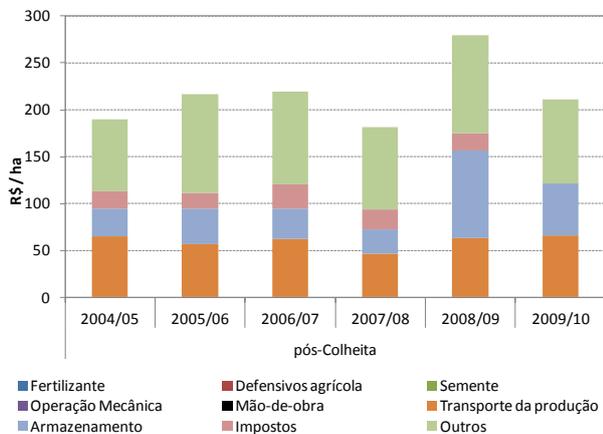
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.26 – Custo da colheita da produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



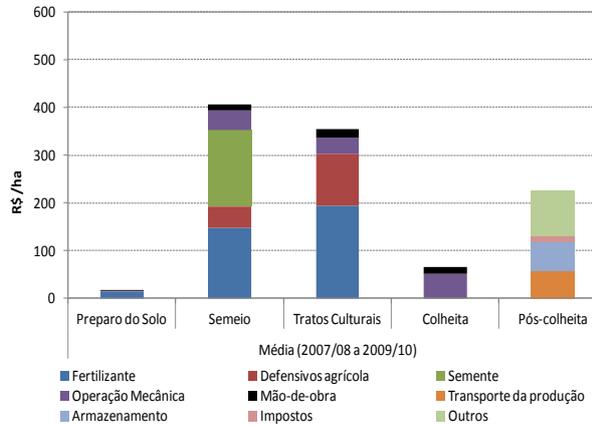
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.27 – Custo da pós-colheita para produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.28 – Custo médio do processo de produção do milho em Sorriso – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Na propriedade representativa de Sorriso, o custo de processo de produção de soja e milho apresenta algumas diferenças entre os cinco estágios avaliados. Na Figura 5.29, é possível verificar os principais resultados obtidos com essas culturas. Em geral, observa-se que, no preparo do solo, a soja normal teve custo médio de R\$ 603,34/ha, uma leve desvantagem de 2,49% frente à soja precoce. O estágio do preparo do solo, em média, corresponde a quase metade do desembolso do custo operacional (46,3%), enquanto o milho gasta R\$ 17,65/ha ou equivalente a 1,88% do custo operacional. Nessa fase, o produtor concentra as despesas em fertilizante, no intuito de aumentar a disponibilidade de nutriente no solo para o sistema de produção com dupla safra. Nas últimas três temporadas, o produtor tem lançado o fertilizante antes do semeio para ampliar o rendimento da operação mecânica.

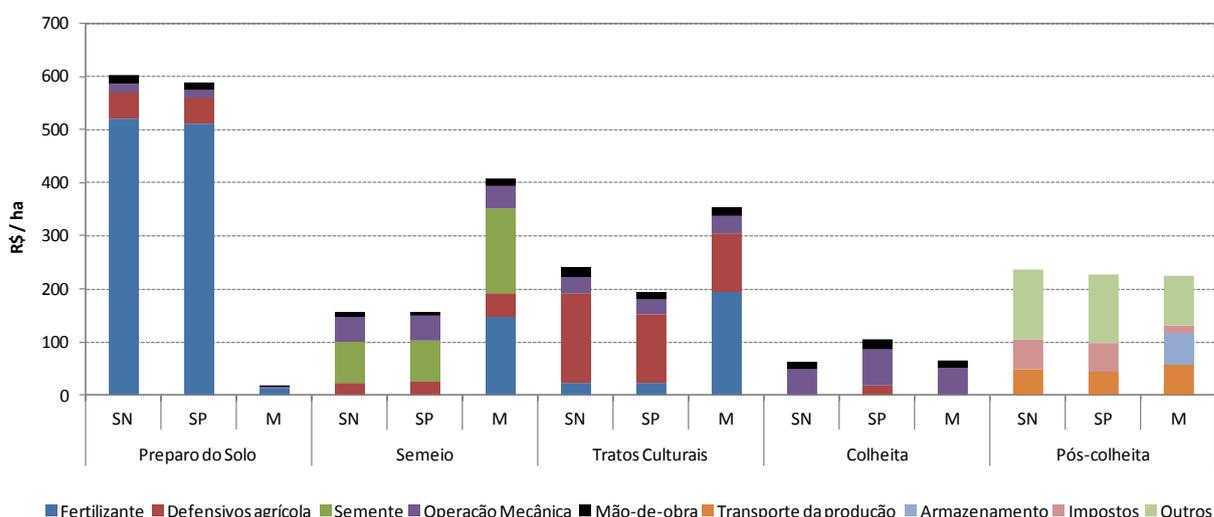
Nas etapas de semeio e tratos culturais, o milho se destaca pelo maior custo em relação à soja. No caso do plantio, a média foi de R\$ 356,13/ha, 2,29 vezes superior ao custo da soja precoce e 2,26 vezes maior que o verificado para a soja normal. Isso ocorre porque o cereal tem mais gasto com fertilizante e semente na fase de semeio frente à oleaginosa.

Para os tratos culturais, o custo médio do processo do milho foi de R\$ 324,54/ha, um valor 66,39% superior ao da soja precoce e 35,20% maior que o da soja normal. O principal responsável por esse resultado foi o fertilizante, utilizado para complementar a exigência nutricional do milho. Quanto aos defensivos agrícolas, a lavoura de soja tem maior gasto para o controle de invasoras, fungos e pragas em relação ao milho.

Na fase da colheita, o custo médio da soja precoce é 71,37% superior ao da soja normal e 55,99% maior que o registrado para o milho. Isso se deve aos maiores gastos com operação mecânica, mão de obra e defensivos agrícolas (desfolha).

Na etapa pós-colheita, o custo médio (2007/08 e 2009/10) da soja normal foi de R\$ 235,92/ha, uma desvantagem de 2,44% frente à soja precoce e de 34,86% em relação ao milho. O custo imposto e armazenamento são dois itens que diferem entre a produção da soja e do milho. O maior gasto com imposto na soja é atribuído ao imposto Fethab, que não incide sobre o milho. No caso do armazenamento, o custo é observado somente para o milho como medida para comercializar o produto no melhor momento.

Figura 5.29 – Comparativo do custo do processo de produção dos produtos da propriedade representativa de Sorriso entre as safras 2007/08 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis, durante as seis safras pesquisadas, também foi observada mudança no custo de processo de produção do preparo do solo e semeio da soja precoce e normal, além da diferença nos custos dos processos dos tratos culturais e da colheita entre soja precoce e normal.

As Figura 5.30 e Figura 5.36 referem-se ao custo do processo de preparo do solo para soja precoce e normal, respectivamente. Nessa etapa de produção, contata-se mudança na participação de fertilizantes. Entre as safras 2004/05 e 2007/08, o defensivo agrícola foi o item que mais pesou no custo do processo tanto da soja precoce como da normal, respondendo, em média, por 51,64% e 45,0% do custo operacional, nessa ordem. No mesmo período, o fertilizante participou com 22,13% (soja precoce) e 29,50% (soja normal), a

operação mecânica, com 15,82% (precoce) e 14,83% (normal), enquanto a mão de obra correspondeu a 10,41% do custo da soja precoce e a 10,67% do da normal.

Nas duas últimas duas safras, porém, o fertilizante aumentou sua participação no custo do processo de preparo do solo com aplicação de adubo a lanço. Assim, passou a responder por 74,82% do custo da soja precoce e por 74,36% da normal. Já o defensivo agrícola participou em média com 11,23% (soja precoce) e 10,24% (soja normal) dos gastos. A operação mecânica ficou com 8,08% (precoce) e 9,19% (normal), e a mão de obra com 5,87% na soja precoce e 6,21% com soja normal.

Nas Figura 5.31 e Figura 5.37, tem-se o custo do processo de semeio da soja precoce e normal, respectivamente, das últimas seis safras. Os itens mais representativos no processo são fertilizante, semente, operação mecânica, defensivos agrícolas e mão de obra. O fertilizante participou, em média, com 60,01% dos custos para soja precoce. Em seguida, aparecem os gastos com semente, com 20,15% do custo operacional, operação mecânica (11,39%), defensivos agrícolas (5,64%) e mão de obra (2,81%). Para soja normal, as despesas com fertilizante corresponderam a 60,72%, seguidas pela semente (19,00%), operação mecânica (11,57%), além dos defensivos agrícolas (5,45%) e mão de obra, com 3,27% (Figura 5.37).

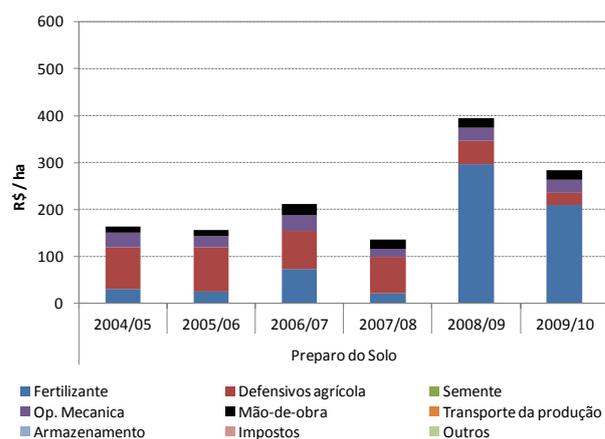
A Figura 5.32 apresenta o custo do processo do trato cultural da soja precoce, com destaque para defensivos agrícolas, com participação de 79,34%, operação mecânica, com 7,15%, fertilizantes (6,84%) e mão de obra (6,67%). No caso da soja convencional, os gastos com defensivos agrícolas representam 79,13% do custo do processo do trato cultural, enquanto o valor despendido com operação mecânica corresponde a 9,48%. Mão de obra fica com 5,82% e fertilizantes, com 5,57%. O fato de a soja convencional demandar um gasto maior com defensivos agrícolas, em relação à soja precoce, se deve ao maior número de aplicação no controle de ferrugem asiática; já a soja normal fica por mais tempo no campo no período mais chuvoso da safra.

As Figura 5.33 e Figura 5.39 apontam o custo do processo de colheita da soja precoce e normal, respectivamente. Apresentam uma ligeira diferença no processo, que é a presença do uso de defensivos agrícolas (desfolhante) na soja precoce. Ao mesmo tempo, a operação mecânica e a mão de obra são outros dois importantes itens na colheita. Nas últimas seis safras, a operação mecânica participou com 60,77% do custo do processo de colheita da soja precoce. Na ordem, o defensivo agrícola ficou com 23,55% e a mão de obra, com 15,68% (Figura 5.33). Para a soja normal, a operação mecânica participou com 81,56% do custo do processo de colheita e a mão de obra, com 18,43% (Figura 5.39).

As Figura 5.34 e Figura 5.40 trazem o custo do processo pós-colheita da soja precoce e normal, respectivamente. Os resultados das últimas seis safras não apresentaram mudanças ao longo do período no processo de produção. Os itens representativos são o transporte da produção, correspondente a 28,56% do custo da soja precoce e a 28,32% da normal. Os impostos participam com 21,27% para precoce e 21,65% para normal, enquanto outros (seguro, assistência técnica, juros sobre capital de giro e despesas gerais) representam 50,16% (precoce) e 50,03% (normal).

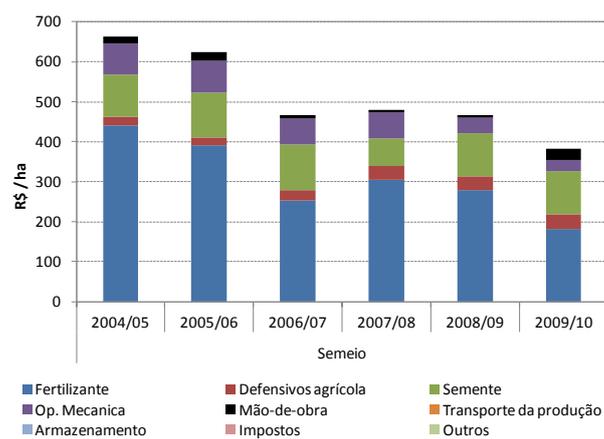
Nas Figura 5.35 e Figura 5.41, é possível observar o custo médio do processo de produção da soja entre as safras 2007/08 e 2009/10. Dos cinco estágios do processo, o semeio responde por 34,07% do custo médio de produção da soja precoce e por 33,47% da soja normal. Em seguida, o custo do processo de preparo do solo participa com 20,82% do custo médio da precoce e com 22,48% para a soja normal. Os tratos culturais correspondem a 18,80% do custo médio de produção da soja precoce e a 18,86% da soja normal. O custo pós-colheita representa 20,07% do custo médio de produção da soja precoce e 20,08% da soja normal. Por fim, o custo do processo de colheita representa 6,23% a média do processo de produção da soja precoce e 5,11% da soja normal.

Figura 5.30 – Custo do preparo do solo para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



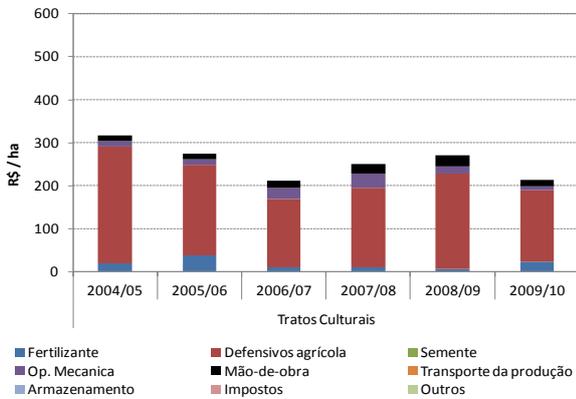
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.31 – Custo do semeio para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



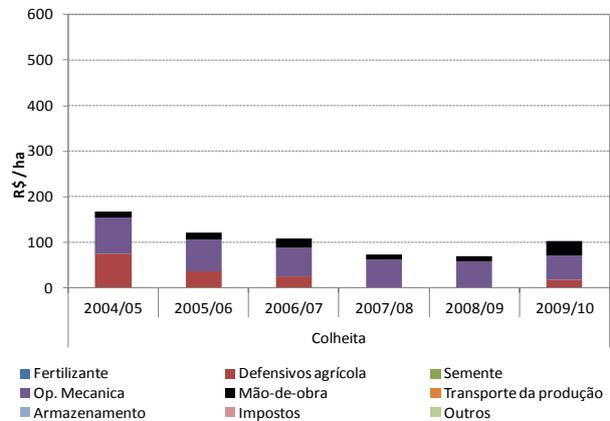
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.32 – Custo do trato cultural para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



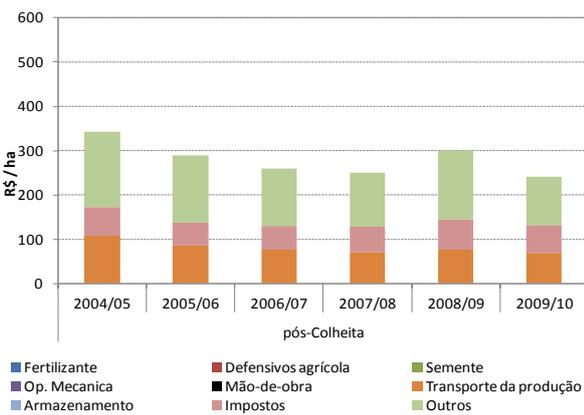
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.33 – Custo da colheita da produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



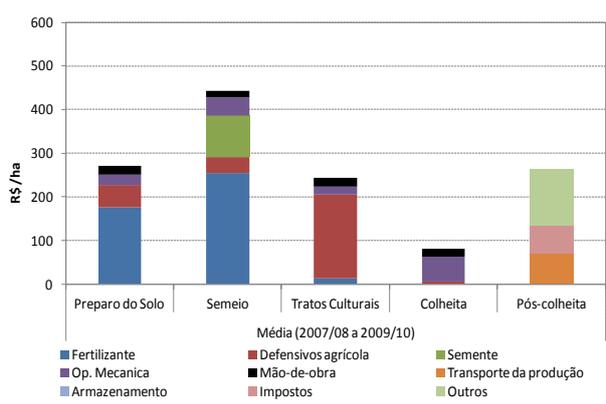
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.34 – Custo da pós-colheita para produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



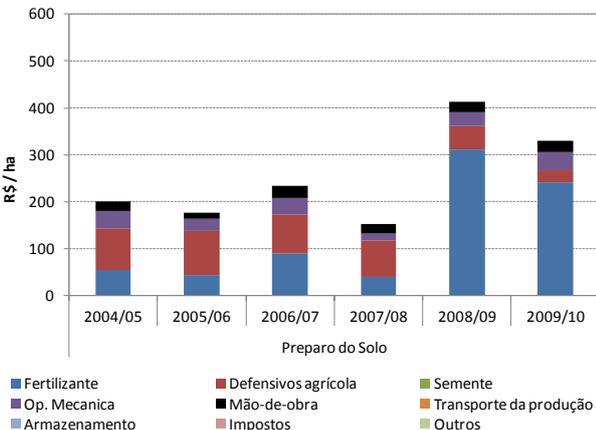
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.35 – Custo médio do processo de produção da soja precoce em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.



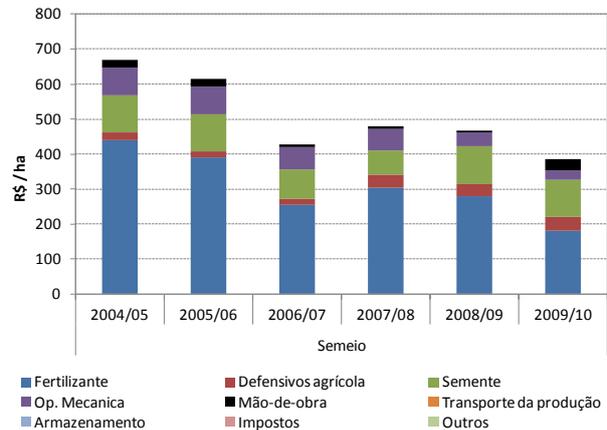
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.36 – Custo do preparo do solo para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



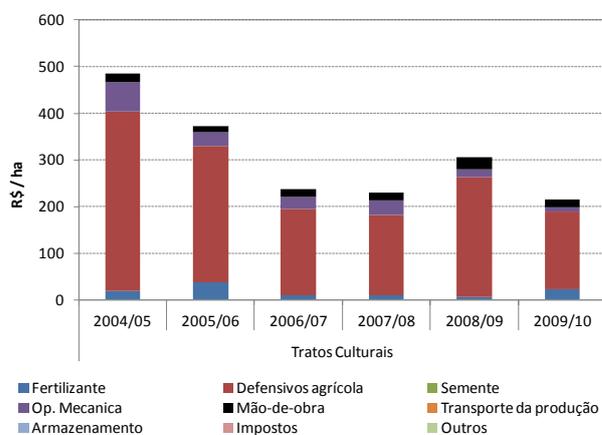
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.37 – Custo do semeio para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



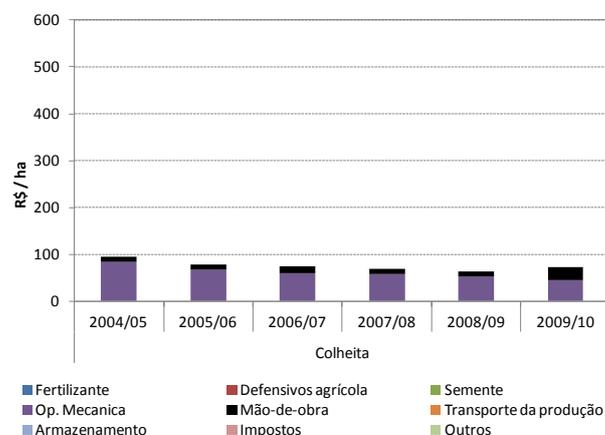
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.38 – Custo do trato cultural para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



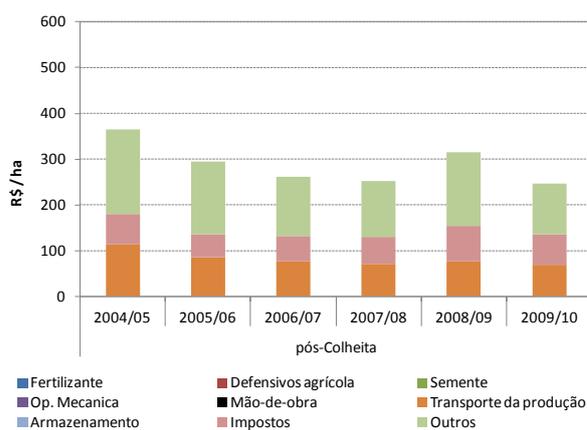
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.39 – Custo da colheita da produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



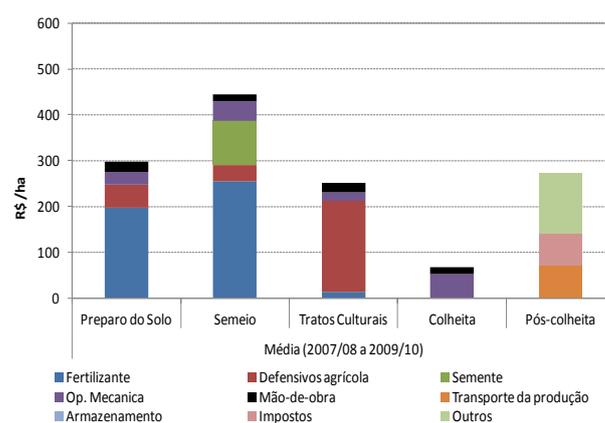
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.40 – Custo da pós-colheita para produção da soja em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.41 – Custo médio do processo de produção da soja em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

No caso da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis, houve uma mudança no processo de produção dos tratos culturais. As outras quatro fases, porém, não apresentaram diferenças ao longo das seis safras avaliadas.

A Figura 5.42 mostra o custo do processo do preparo do solo para a produção do milho segunda safra. Nesse estágio, os gastos mais representativos são fertilizantes, operação mecânica e mão de obra. Nas últimas seis safras, a representatividade do insumo calcário (grupo fertilizantes) no processo de preparo do solo foi de 86,74%, em média. A operação mecânica respondeu por 9,08% e a mão de obra, por 4,18%. Em valores, os custos médios

foram de R\$ 17,19/ha com fertilizantes, de R\$ 1,80/ha com operação mecânica e de R\$ 0,83/ha com mão de obra.

A Figura 5.43 apresenta os principais itens que compõem o custo de produção no processo de semeio do milho, destacando-se, em ordem decrescente, fertilizante, semente, operação mecânica, defensivos agrícolas e mão de obra. Observa-se que fertilizantes e sementes aumentam sua participação no custo do processo de semeio ao longo das safras, o que é justificado pelos mesmos motivos descritos para o milho em Sorriso. Nas seis safras, o gasto com fertilizante representou 42,18% do custo do processo de semeio. Em seguida, semente, com 40,35%, operação mecânica, com 12,42%, mão de obra, com 3,51% e defensivos agrícolas, com 1,54%. O custo médio com fertilizantes foi de R\$ 188,23/ha no processo de semeio, com semente, de R\$ 180,08/ha, operação mecânica, R\$ 55,42/ha, mão de obra, R\$ 15,66/ha e defensivos agrícola, R\$ 6,87/ha.

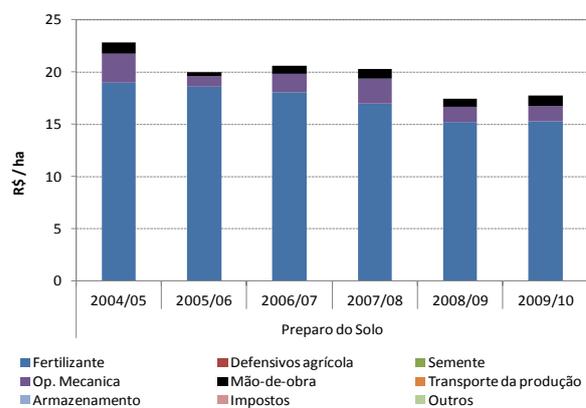
A Figura 5.44 retrata o custo do processo do trato cultural do milho segunda safra na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis. Nas safras 2004/05 e 2005/06, o fertilizante teve um peso maior que o defensivo agrícola. Mas, com o uso de sementes de alto investimento, foi necessário ampliar o controle de pragas, de modo que, a partir da safra 2006/07, o defensivo agrícola passou a predominar no custo do processo de tratos culturais. Para as seis safras consideradas neste estudo, o desembolso com defensivos representou 44,32% do custo do processo de tratos culturais; fertilizantes ficaram com 37,22%, operação mecânica, com 10,28% e mão de obra, com 8,18%. Os custos médios foram de R\$ 105,30/ha com defensivo agrícola, de R\$ 88,44/ha com fertilizante, R\$ 24,41/ha com operação mecânica e R\$ 19,44/ha com mão de obra.

Na Figura 5.45, tem-se o custo da colheita no processo de produção de milho, com destaque para itens como operação mecânica e mão de obra. Em seis safras, o desembolso com operação mecânica representou 84,44% do custo do processo de colheita, enquanto a participação da mão de obra foi de 15,56%. Em valores, o custo com operação mecânica foi de R\$ 54,33/ha e com mão de obra, de R\$ 10,01/ha. As despesas com operação mecânica na colheita variam conforme a produtividade do milho, pois a lavoura com baixa produtividade implica no menor tempo de parada para desabastecimento da maquia, então se tem o maior rendimento na operação mecânica da colheita por hectare.

A Figura 5.46 refere-se ao custo da pós-colheita no processo de produção do milho, que abrange itens como transporte da produção, armazenamento e impostos. Em seis safras, o desembolso com transporte representou 32,02% do custo. Com os gastos corresponderam a 11,86%, sendo que impostos e outros custos (despesas gerais, seguro, assistência técnica e financiamento de capital de giro) participaram com 13,41% e 42,71%, respectivamente. Em valores, o custo com transporte da produção foi de R\$ 54,29/ha, com armazenamento, de R\$ 22,73/ha, imposto, de R\$ 22,73/ha e outros, de R\$ 72,41/ha.

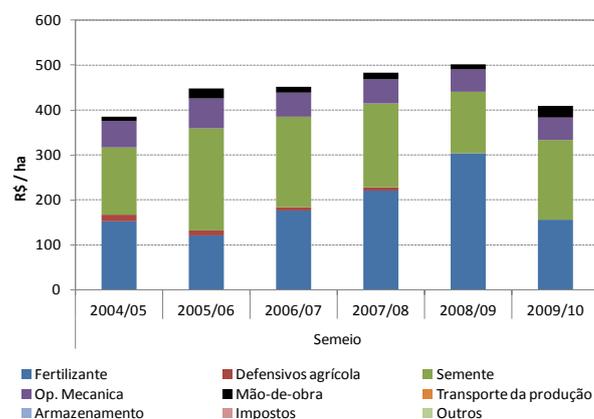
Assim, o custo do processo de produção do milho foi de R\$ 984,49/ha na média das safras 2007/08 e 2009/10 (Figura 5.47). Entre os cinco estágios avaliados, destacam-se o semeio e os tratos culturais, que responderam, respectivamente, por 47,14% e 26,63% do custo de produção. Os desembolsos na fase pós-colheita representaram 17,58% do custo médio de produção, enquanto as etapas de colheita e preparo do solo participaram com 6,76% e 1,88%, nessa ordem.

Figura 5.42 – Custo do preparo do solo para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



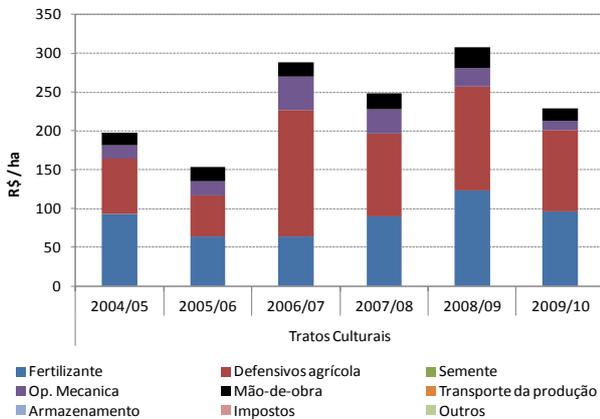
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.43 – Custo do semeio para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



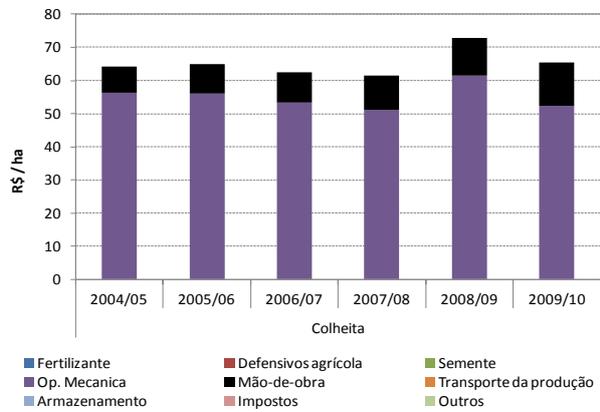
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.44 – Custo do trato cultural para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



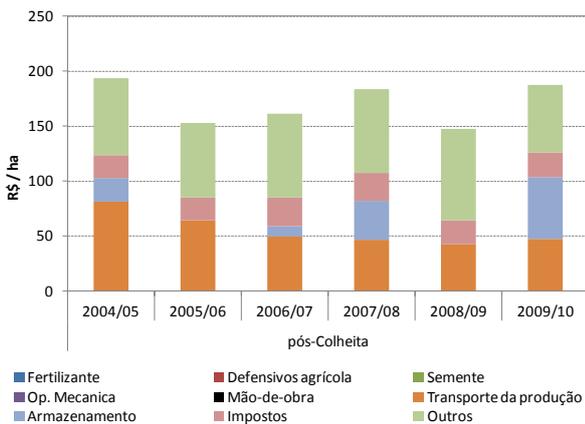
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.45 – Custo da colheita da produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



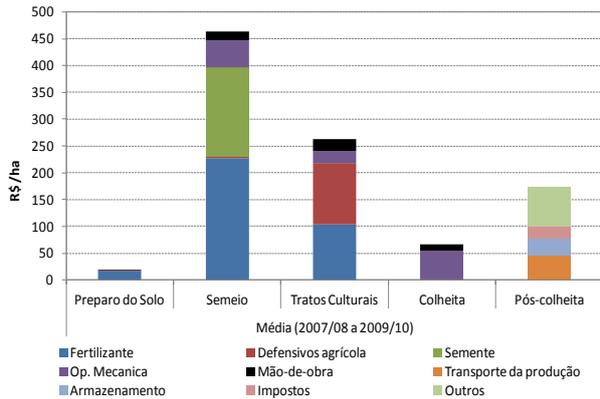
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.46 – Custo da pós-colheita para produção do milho em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.47 – Custo médio do processo de produção do milho em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

No caso do algodão, houve mudança no sistema de produção da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis. Tradicionalmente, o cultivo ocorre na safra de verão, mas, na temporada 2009/10, produtores iniciaram o plantio como segunda safra. Assim, a alteração se deu nas etapas de semeio e tratos culturais. As demais não apresentaram diferenças ao longo do processo das seis safras avaliadas.

A Figura 5.48 mostra o custo do processo do preparo do solo para a produção de algodão entre as safras 2004/05 e 2009/10. Nesse estágio, os maiores gastos são com fertilizantes, mão de obra, operação mecânica e defensivos agrícolas. Na média das seis

safras, os fertilizantes participaram com 41,05% das despesas totais no processo de preparo do solo. Na sequência, a mão de obra, com 20,02%, operação mecânica (19,89%) e defensivos agrícolas (19,04%). Em valores, o custo médio foi de R\$ 156,97/ha com fertilizante, de R\$ 76,54/ha com mão de obra e R\$ 76,07/ha com operação mecânica.

A Figura 5.49 apresenta o custo do processo de semeio para produção do algodão em Campo Novo do Parecis entre 2004/05 e 2009/10. Nessa fase, o desembolso com fertilizante correspondeu a 68,49% do custo, na média das últimas seis safras. Em seguida, vieram semente, com participação de 15,08%, operação mecânica, com 11,05%, defensivos agrícolas, com 2,9% e mão de obra, com 2,47%. Na safra 2009/10, começou o plantio do algodão de segunda temporada e a participação do fertilizante diminuiu, mas não pela menor quantidade de nutriente aplicado no solo e sim pela queda de preço.

A Figura 5.50 refere-se ao custo do processo dos tratos culturais para produção do algodão em Campo Novo do Parecis entre 2004/05 e 2009/10. Os defensivos agrícolas responderam, na média das seis safras, por 62,06% do custo. Na sequência, os fertilizantes participaram com 21,86%, operação mecânica, com 9,97% e a mão de obra, com 6,11%. Na safra 2009/10, nota-se uma pequena diminuição dos gastos com defensivos, uma vez que o algodão segunda temporada reduz o número de aplicação no controle de pragas e doenças. Mas, o maior recuo ocorre com fertilizantes.

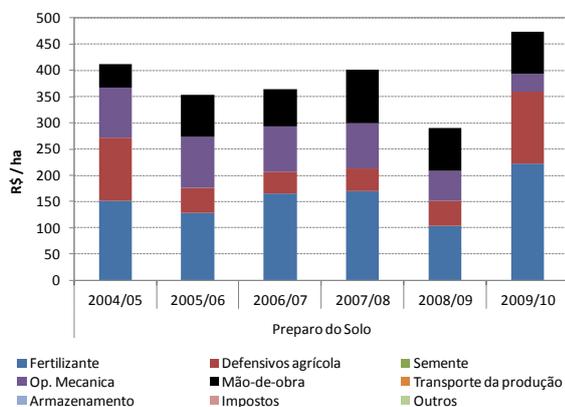
Na Figura 5.51, tem-se o custo da colheita no processo de produção de algodão, com destaque para itens como operação mecânica, defensivos agrícolas e mão de obra. Na média das seis safras, o desembolso com operação mecânica representou 61,65% do custo, a mão de obra, outros 21,35% e defensivos agrícolas, 17,01%. Em valores, o custo com operação mecânica foi de R\$ 353,71/ha, mão de obra, de R\$ 122,48/ha e defensivos agrícolas, R\$ 97,58/ha.

A Figura 5.52 refere-se ao custo da pós-colheita no processo de produção do algodão, que tem o armazenamento (beneficiamento), transporte da produção, impostos e outros como principais itens representativos na sua estrutura. Na média das seis safras, o desembolso com armazenamento representou 31,04% desse custo, enquanto o transporte da produção participou com 8,64%, o imposto com 13,57% e outros custos (despesas gerais, seguro, assistência técnica e financiamento de capital de giro) com 46,75%. Em valores, as médias

foram de R\$ 306,23/ha para o armazenamento, de R\$ 85,21/ha no caso do transporte, de R\$ 133,82/ha com impostos e de R\$ 461,16/ha (outros).

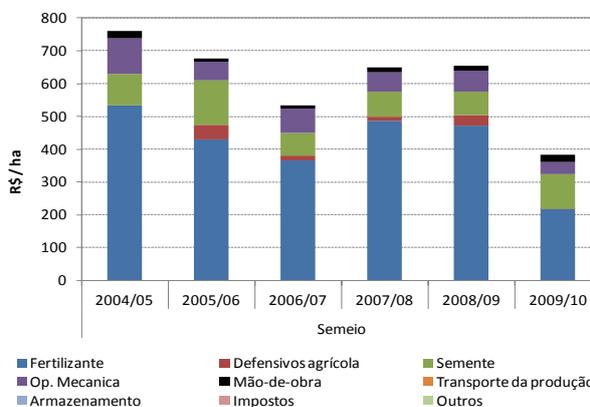
Na Figura 5.53, tem-se o custo médio do processo de produção do algodão entre as safras 2007/08 e 2009/10. Os tratos culturais corresponderam a 44,22% desse custo. Na ordem, os desembolsos na fase pós-colheita representaram 21,44% do custo médio de produção, enquanto o semeio participou com 13,0%, a colheita com 12,36% e o preparo do solo com 8,97%.

Figura 5.48 – Custo do preparo do solo para produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



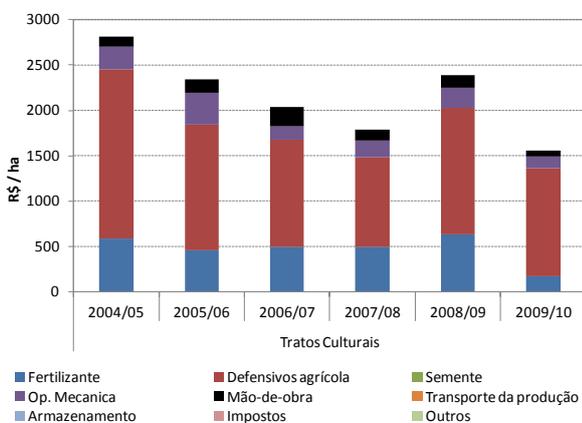
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.49 – Custo do semeio para produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



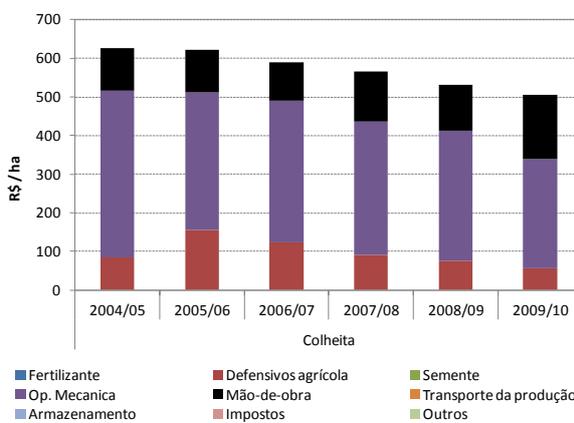
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.50 – Custo do trato cultural para produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.51 – Custo da colheita da produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

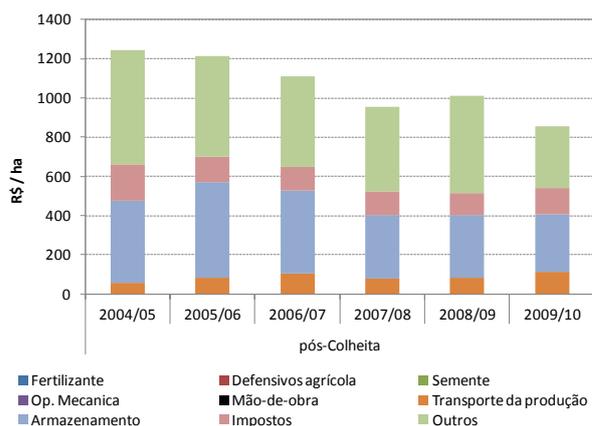


Figura 5.52 – Custo da pós-colheita para produção do algodão em CNP - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.

Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

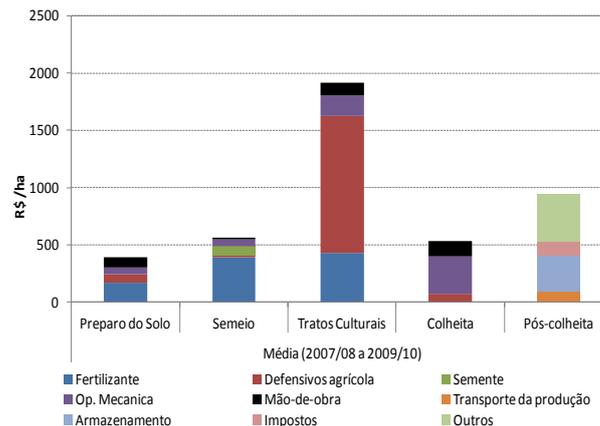


Figura 5.53 – Custo médio do processo de produção do algodão em CNP – MT entre as safras 2007/08 e 2009/10.

Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

O custo de processo de produção de soja, algodão e milho na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis apresenta diferenças entre os cinco estágios avaliados nas safras 2007/08 e 2009/10 (Figura 5.54).

Na fase de preparo do solo, por exemplo, o fertilizante foi o item mais relevante para a soja precoce, normal e o algodão. Em geral, o custo médio da soja normal ficou em R\$ 298,43/ha, uma leve desvantagem de 9,35% frente à precoce. Já para o algodão, os gastos com preparo do solo somaram R\$ 388,05/ha, ou seja, 30,03% mais em relação à soja normal. Por outro lado, o custo médio do milho segunda safra foi de apenas R\$ 18,49/ha, valor 20,98 vezes menor que o do algodão e 16,14 vezes inferior ao da soja normal. Essa grande diferença se justifica pelo fato de o produtor aproveitar o nutriente aplicado anteriormente para a soja, por exemplo.

Quanto ao semeio (Figura 5.54), o maior desembolso foi para o algodão, com custo médio de R\$ 562,09/ha, entre as safras 2007/08 e 2009/10. No mesmo período, a soja precoce e a normal tiveram médias de R\$ 444,32/ha e R\$ 442,69/ha, respectivamente. Assim, a diferença entre algodão e soja precoce foi de 26,97% e algodão e soja normal, de 26,51%. Quanto ao milho, o custo médio foi de R\$ 464,14/ha, uma vantagem de 17,43% em relação ao algodão. Para todas as lavouras, o fertilizante e a semente são os itens mais relevantes no processo de semeio.

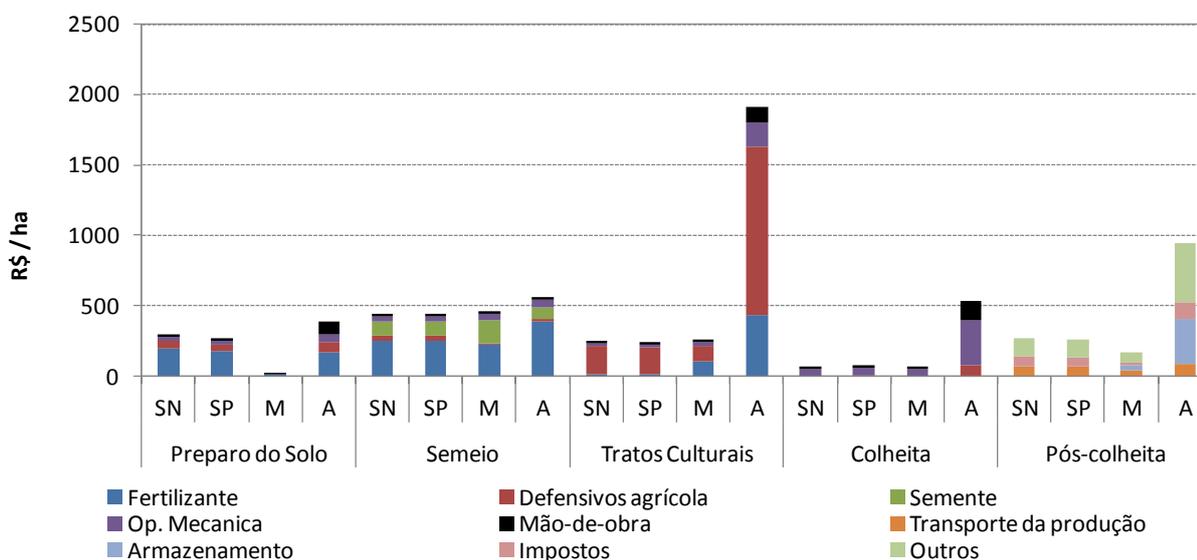
No caso dos tratos culturais, o custo mais alto também ficou com o algodão. O valor médio, entre as safras 2007/08 e 2009/10, foi de R\$ 1.912,09/ha, ou seja, 7,83 vezes superior

ao da soja precoce, 7,64 vezes maior que o da soja normal e 7,29 vezes acima do registrado para o milho. Destaque para os defensivos agrícolas, seguidos dos fertilizantes.

Na colheita, os maiores gastos também vão para a lavoura de algodão, com custo médio (safra 2007/08 a 2009/10) de R\$ 534,67/ha. Em seguida, aparece a soja precoce, com média de R\$ 80,94/ha, soja normal, de 67,88/ha, e o milho (R\$ 66,60/ha). Em outras palavras, o custo do processo de colheita do algodão foi 8,03 vezes maior que o do milho, 7,88 vezes superior ao da soja normal e 6,61 vezes frente à soja precoce. Os itens de maior peso, nesse caso, são a operação mecânica e a mão de obra para os quatro produtos.

Última fase de produção, a pós-colheita tem o algodão, mais uma vez, como destaque. Entre as safras 2007/08 e 2009/10, o custo médio foi de R\$ 927,27/ha. Para a oleaginosa de ciclo normal, a média foi de R\$ 266,56/ha e, para a precoce, de R\$ 260,80/ha, enquanto o milho apresentou valor médio de R\$ 173,06/ha. Assim, o custo médio do processo pós-colheita do algodão ficou 5,36 vezes maior que o do milho, 3,48 vezes superior ao da soja normal e 3,56 vezes em relação à soja precoce. Os itens que mais contribuíram para esses resultados foram armazenamento, classificação e padronização da pluma.

Figura 5.54 – Comparativo do custo do processo de produção dos produtos na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

No caso da soja, a propriedade de Sorriso apresentou mudanças significativas no processo de produção. As práticas comuns no preparo do solo entre 2004/05 e 2006/07 eram correção do solo e dessecação das plantas invasoras. Mas, a partir da safra 2007/08, iniciou-se

a aplicação de fertilizantes no preparo do solo. Isso gerou ganho no rendimento da operação mecânica no processo de produção na fase do semeio. Assim, a participação do grupo fertilizante aumentou no preparo do solo e diminuiu no semeio. A mesma prática, porém, não foi observada em Campo Novos do Parecis, onde produtores ainda acreditam que alguns nutrientes devem ser utilizados na linha de semeio, destinando parte da aplicação de fertilizantes no preparo do solo e outra na base.

Para o milho, na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis, não houve mudança no custo de processo de produção do preparo do solo e semeio do cereal como em Sorriso. Os produtores ainda mantêm o sistema de produção convencional, aplicando adubo na base, mesmo reduzindo o desempenho na operação mecânica. Para os custos dos processos dos tratos culturais, o grupo dos defensivos agrícolas começou a participar mais, diminuindo a importância do fertilizante nessa fase.

Quanto ao algodão, a mudança observada durante as seis safras foi no sistema de produção, que incluiu o plantio de segunda safra. Tal medida levou à redução na aplicação de defensivos agrícolas na fase dos tratos culturais.

Embora ambas as propriedades representativas apresentem em comum o cultivo de dois produtos (soja e milho). O processo de produção agrícola não é homogêneo. A Tabela 5.1 resume os principais itens que estruturam o custo de processo de produção agrícola.

Sorriso (SRS) apresenta similaridades em relação a Campo Novo do Parecis (CNP) para as fases de preparo do solo, tratos culturais e colheita. Na etapa do semeio, porém, a semente fica com o maior peso em SRS enquanto em CNP, o fertilizante é o destaque. Na pós-colheita, os impostos foram mais relevantes em SRS e o transporte da produção em CNP. Para o milho, o primeiro e o segundo itens relevantes na estrutura de custo do processo de produção agrícola são comuns nas fases de preparo do solo, operação mecânica e pós-colheita. No semeio e tratos culturais, os itens de importâncias são os mesmos, mas com ordens distintas. Em SRS, o maior peso no custo de produção agrícola fica com as sementes, enquanto em CNP, o destaque vai para fertilizantes (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Resumo dos principais itens de custo do processo de produção agrícola nas propriedades representativas de Mato Grosso - safra 2007/08 a 2009/10.

Local	Produto	Processo de produção agrícola				
		Preparo do solo	Semeio	Tratos Culturais	Colheita	Pós-colheita
SRS	Soja	Fertilizante Def. agrícolas	Sementes Op. Mecânica	Def. agrícolas Op. Mecânica	Op. Mecânica Mão de obra	Impostos Transporte da produção
	Milho	Fertilizantes Op. Mecânica	Sementes Fertilizante	Fertilizantes Def. agrícolas	Op. Mecânica Mão de obra	Transporte da produção Armazenamento
CNP	Soja	Fertilizante Def. agrícolas	Fertilizante Sementes	Def. agrícolas Mão de obra	Op. Mecânica Mão de obra	Transporte da produção Impostos
	Milho	Fertilizantes Op. Mecânica	Fertilizante Sementes	Def. agrícolas Fertilizantes	Op. Mecânica Mão de obra	Transporte da produção Armazenamento
	Algodão	Fertilizante Mão de obra	Fertilizante Sementes	Def. agrícolas Fertilizante	Op. Mecânica Mão de obra	Armazenamento Impostos

Fonte: Dados de pesquisa

#### b) Custo de produção e Receita Bruta

As análises dos resultados do custo de produção agrícola se basearam em oito itens: fertilizante, sementes, defensivos agrícolas, operação mecânica, mão de obra, impostos, transporte da produção e outros, além da receita bruta. Avalia-se ainda o desempenho da margem bruta de contribuição do produto e das propriedades representativas.

As avaliações do custo de produção de Sorriso para soja precoce, soja normal, milho e da propriedade estão representados entre a Figura 5.55 e a Figura 5.58. Para Campo Novo do Parecis, as análises dos mesmos produtos, incluindo o algodão, podem ser observadas entre a Figura 5.67 e a Figura 5.71. Os dados referentes à rentabilidade estão entre as Figura 5.59 e Figura 5.66 no caso de Sorriso e da Figura 5.67 a Figura 5.81, para Campo Novo do Parecis.

Para a soja precoce, nota-se que o menor custo operacional, de R\$ 1.161,23/ha, foi registrado na safra 2009/10, enquanto o maior valor, de R\$ 1.476,97/ha, foi atingido na safra 2008/09 (Figura 5.55). Ao mesmo tempo, a menor receita bruta, de R\$ 1.272,79/ha, foi obtida na safra 2005/06, ao passo que o maior montante (R\$ 1.919,75/ha) foi registrado na 2008/09.

No caso da soja normal (Figura 5.56), o menor custo operacional foi de R\$ 1.175,83/ha, na temporada 2006/07, e o maior, de R\$ 1.680,79/ha, na safra 2004/05. Quanto à

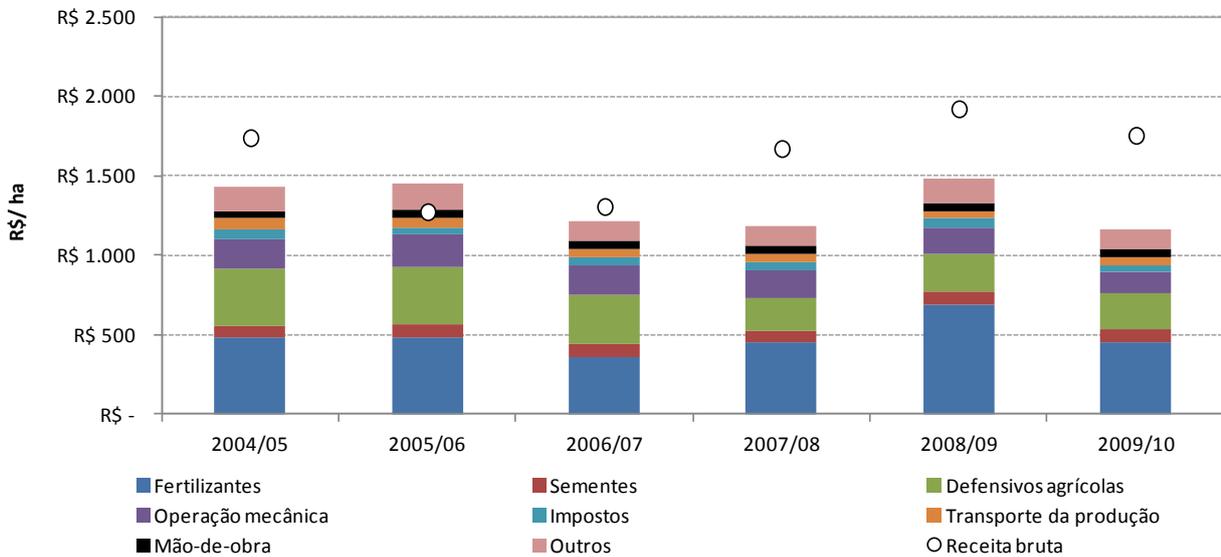
receita bruta, a mais baixa foi de R\$ 1.241,37/ha (2005/06) e a mais elevada, de R\$ 2.059,32/ha (2008/09).

Em relação aos itens que compõem a estrutura de custo de produção da soja precoce e normal da propriedade representativa de Sorriso, os resultados mostram fertilizantes, defensivos agrícolas e operação mecânica, que responderam, na média entre 2004/05 e 2009/10, por 71,48% e 71,70%, respectivamente do custo operacional. Individualmente, na soja precoce, o desembolso com fertilizante participou com 36,81% do total, defensivos agrícolas, com mais 21,40%, operação mecânica com 13,22%, juros sobre capital de giro com 6,71%, sementes com 6,05% e mão de obra com 4,10%. Na soja normal, as participações foram de 37,53% para fertilizantes, de 21,83% (defensivos agrícolas), 12,34% (operação mecânica), 5,69% (semente) e 3,98% (mão de obra).

A Figura 5.57 apresenta o custo operacional do milho, cujo menor valor, em seis safras, foi de R\$ 732,53/ha (temporada 2004/05) e o maior, de R\$ 1.070,84/ha (2006/07). Quanto à receita bruta, a mais baixa, de R\$ 725,29/ha, foi registrada na safra 2005/06, enquanto a maior, de R\$ 1.143,87/ha, foi obtida em 2006/07. Entre os itens, os de maior peso foram fertilizantes, com 30,47%, sementes (17,52%), operação mecânica (15,41%), defensivos agrícolas (13,0%), juros sobre capital de giro (5,09%) e transporte da produção (6,85%), que juntos somam 88,33% do custo operacional da lavoura.

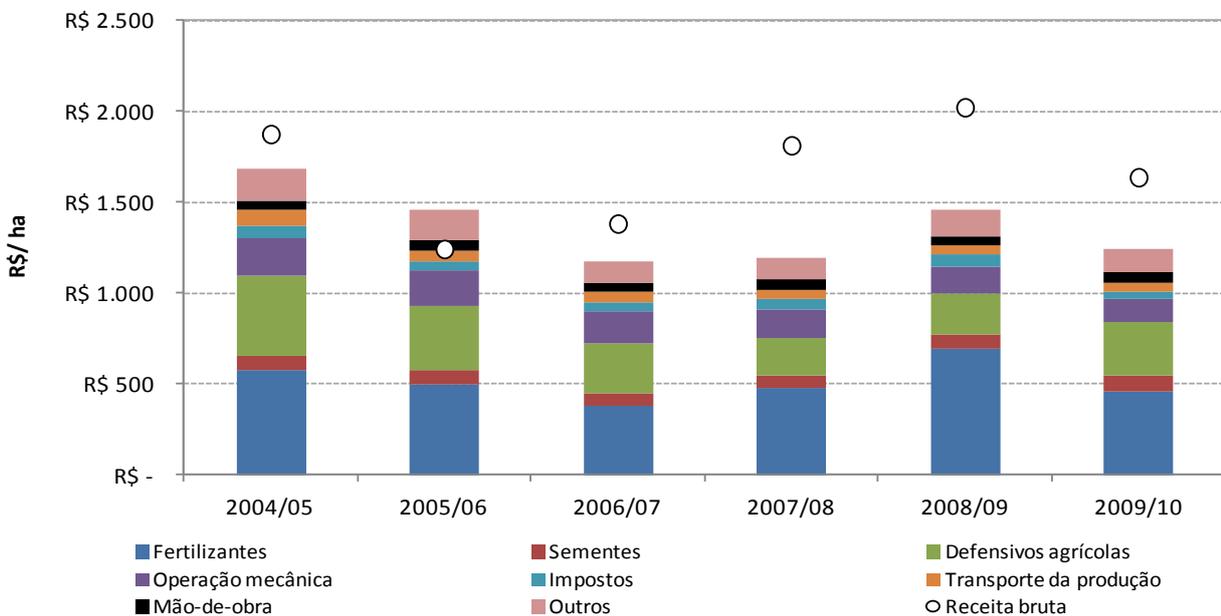
A Figura 5.58 apresenta o custo médio ponderado dos produtos encontrados na propriedade representativa de Sorriso entre 2004/05 e 2009/10. O maior custo operacional foi de R\$ 1.478,55/ha, na safra 2004/05, enquanto o menor valor foi de R\$ 1.113,80/ha, na temporada 2007/08. Os grupos mais representativos são fertilizantes (35,94%), defensivos agrícolas (20,37%), operação mecânica (13,12%), sementes (7,84%) e transporte de produção (4,61%), somando 81,88% do custo operacional da propriedade.

Figura 5.55 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo precoce (soja precoce) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



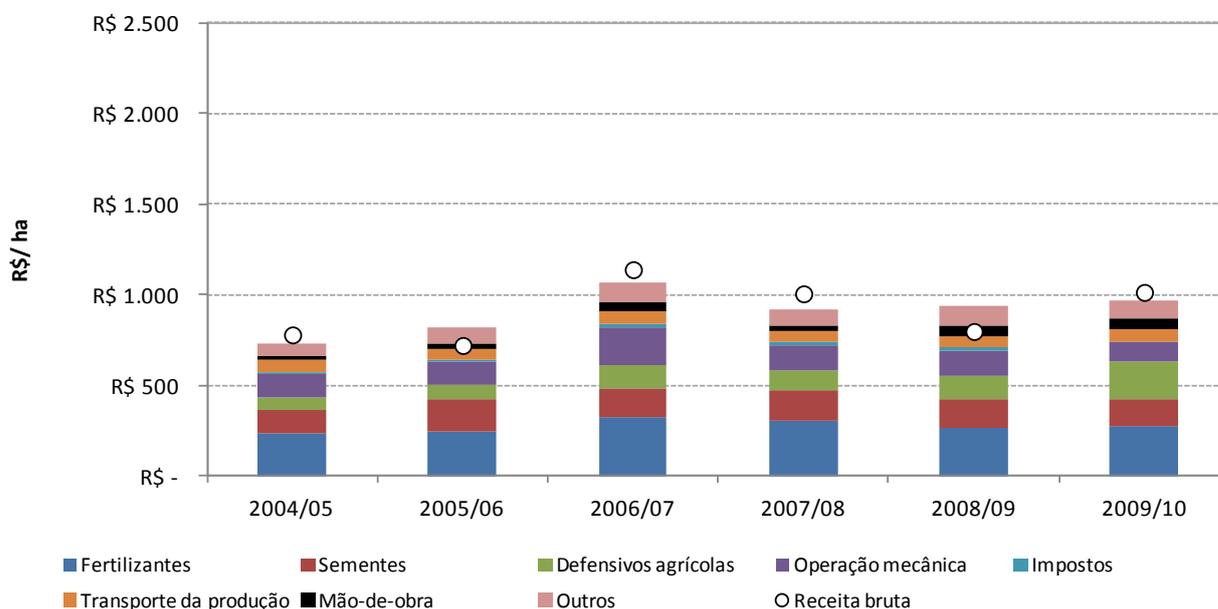
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.56 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo médio (soja normal) na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



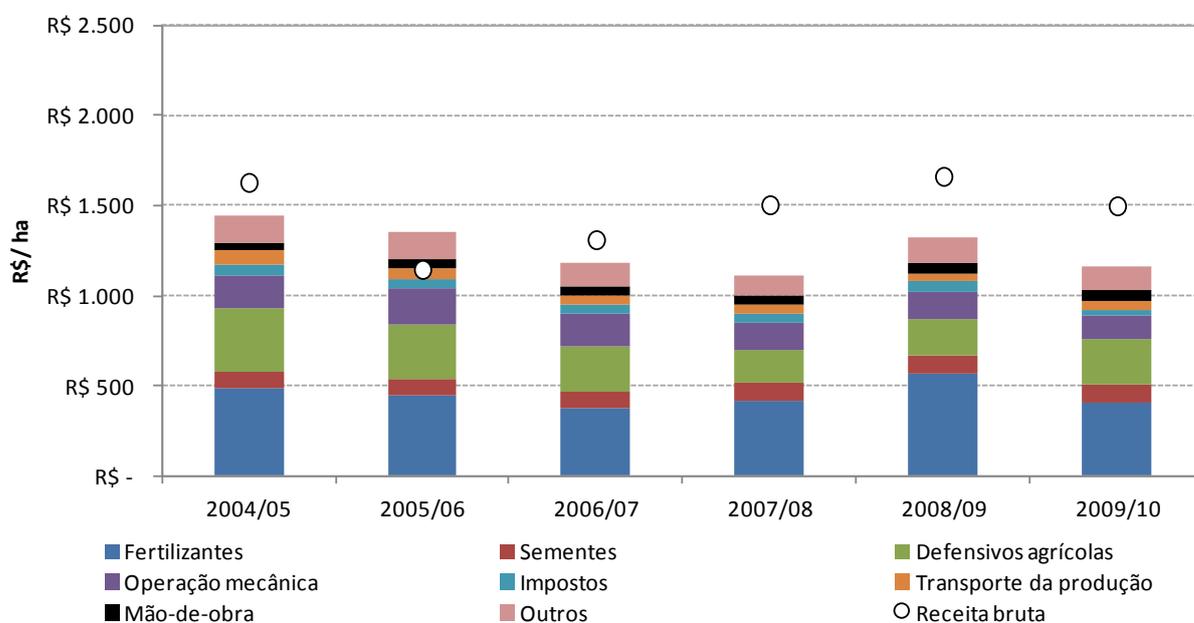
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.57 – Evolução do custo operacional do milho segunda safra na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.58 – Evolução do custo operacional da propriedade representativa na região de Sorriso-MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Nas Figura 5.59 e Figura 5.61, tem-se o comportamento da margem de contribuição soja precoce e normal, respectivamente, ao longo das seis safras consideradas no estudo. Na temporada 2005/06, ambas apresentaram resultados negativos, de R\$ 167,54/ha para a soja

precoce e de R\$ 190,70/ha no caso da soja normal, devido ao baixo preço da oleaginosa decorrente a valorização do Real frente ao dólar. Na outra ponta, a maior rentabilidade da soja precoce foi registrada na safra 2009/10, de R\$ 591,73/ha. No caso da soja normal, o valor foi de R\$ 605,08/ha, obtido na safra 2007/08. A maior rentabilidade é justificada pela valorização da oleaginosa no mercado internacional, com a maior demanda chinesa e redução dos estoques mundiais.

Em geral, é possível dividir a análise sobre a rentabilidade da produção da oleaginosa em dois momentos: de baixo retorno entre as safras 2004/05 e 2006/07 e de alto retorno em 2007/08 e 2009/10. A rentabilidade média entre 2004/05 e 2006/07 foi de R\$ 77,94/ha para a soja precoce. Já de 2007/08 a 2009/10, atingiu R\$ 503,60/ha, ou seja, 6,46 vezes mais. Para a soja normal, a rentabilidade média oscilou de R\$ 69,23/ha a R\$ 528,20/ha no mesmo período, com o retorno máximo equivalendo a 7,63 vezes mais.

As Figura 5.60 e Figura 5.62 tratam da margem bruta de contribuição acumulada da soja precoce e normal, respectivamente. Os resultados revelam que, de 2004/05 a 2006/07, o capital acumulado foi de R\$ 233,82/ha para a soja precoce e de R\$ 207,70/ha para soja normal. Entre 2007/08 e 2009/10, a margem de contribuição média foi de R\$ 1.744,62/ha para soja precoce e de R\$ 1.792,31/ha para soja normal. Os valores acumulados, sem correção monetária, para os dois produtos superaram o custo operacional da safra 2009/10, de R\$ 1.161,23/ha para a soja precoce e R\$ 1.242,52/ha para a normal.

No caso do milho segunda safra, a rentabilidade é baixa, muitas vezes negativa. A melhor foi de R\$ 95,44/ha, obtida na temporada 2007/08, e a pior, de R\$ 139,77/ha, na 2008/09 (Figura 5.63). No acumulado das seis safras, a margem de contribuição foi de R\$ 40,33/ha.

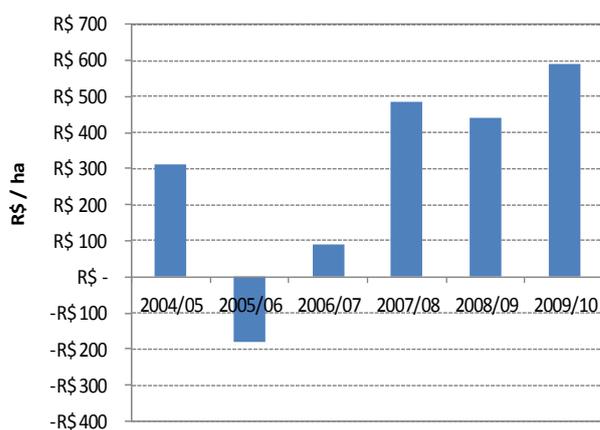
Os resultados mostram que a atividade do milho reduz a rentabilidade da fazenda. Mesmo assim, produtores da propriedade representativa continuam incluindo o grão no sistema de produção. Vale ressaltar que, agronomicamente, o cultivo do milho segunda safra em Sorriso começou a ganhar maior importância no sistema de produção da propriedade com o surgimento da ferrugem asiática na lavoura da soja. Os principais objetivos da rotação de cultura são quebrar o cultivo sucessivo em uma mesma área, reduzir a incidência da

manifestação de fungo na safra seguinte, aumentar a cobertura e microorganismo no solo, rotação de produtos químicos, entre outros.

Na Figura 5.65, tem-se a margem de contribuição da propriedade representativa de Sorriso entre as safras 2004/05 e 2009/10. Nota-se que a temporada 2005/06 apresentou remuneração negativa de R\$ 166,38/ha, justificada pelos resultados dos dois produtos cultivados. Na safra 2008/09, observa-se nova queda na margem de contribuição da propriedade, devido ao desempenho negativo do milho, ficando em R\$ 345,89/ha.

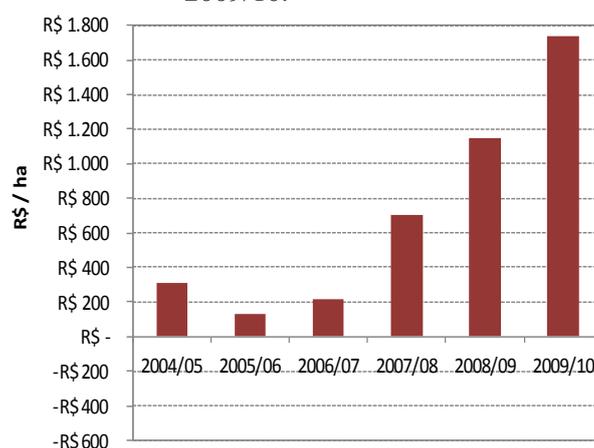
Quanto à margem de contribuição acumulada, o baixo preço praticado para a tonelada de soja e milho entre a safra 2004/05 e 2006/07 reduziu a margem bruta da propriedade. Assim, o valor médio acumulado no final da safra 2006/07 foi de R\$ 170,18/ha. A valorização da soja no mercado internacional proporcionou margem positiva na propriedade representativa de Sorriso, acumulando, até o final da safra de 2009/10, valor médio de R\$ 1.287,12/ha (Figura 5.66).

Figura 5.59 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



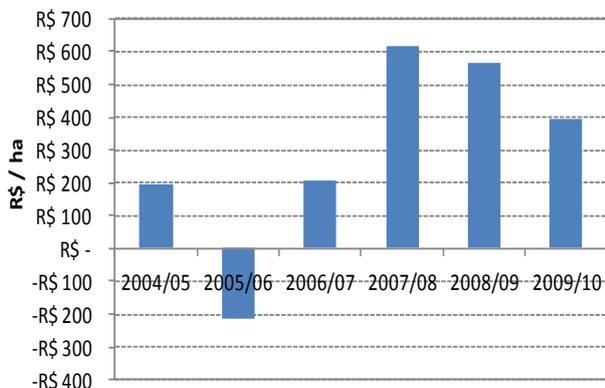
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.60 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da soja precoce em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



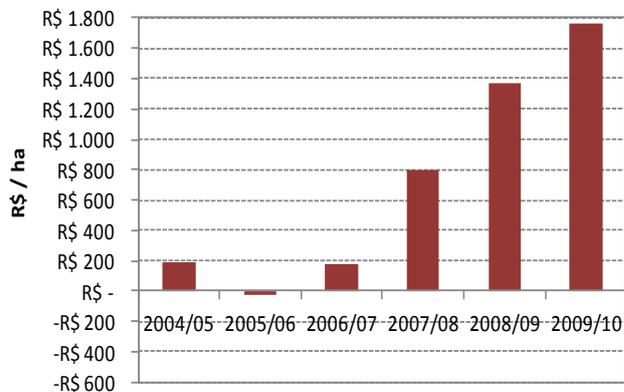
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.61 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



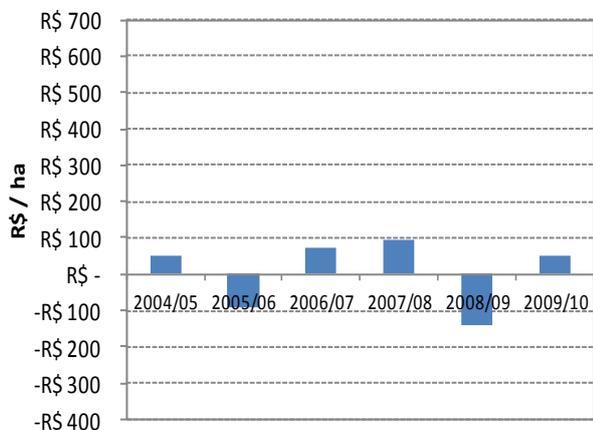
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.62 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da soja em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



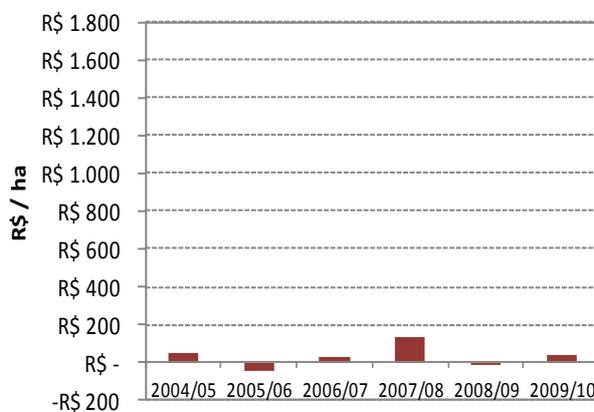
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.63 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



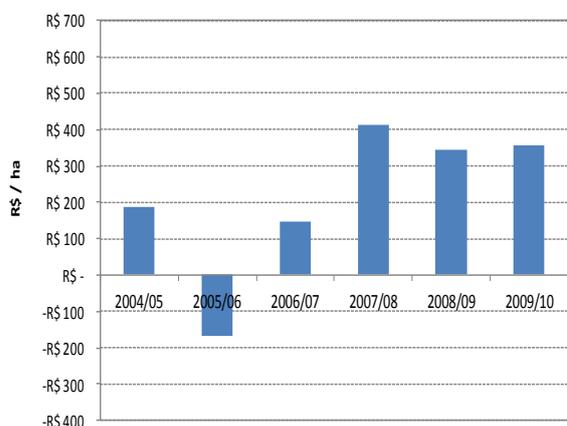
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.64 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) do milho em Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



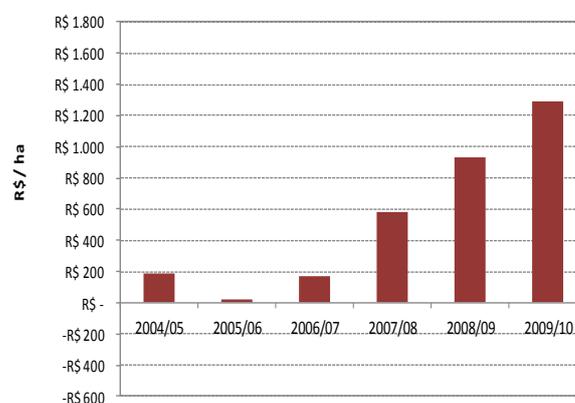
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.65 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da propriedade representativa de Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.66 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da propriedade representativa de Sorriso – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Em Campo Novo do Parecis, por meio da Figura 5.67, é possível observar que o menor custo operacional da soja precoce, em seis safras, foi registrado na temporada 2006/07, no valor de R\$ 1.253,94/ha. Já o custo mais alto, de R\$ 1.652,29/ha, foi atingido na safra 2004/05. No mesmo período, a menor receita bruta foi de R\$ 1.244,75/ha, na safra 2005/06, e a maior, de R\$ 1.968,86/ha, na safra 2008/09. Na Figura 5.68, tem-se o custo operacional da soja normal entre as safras 2004/05 e 2009/10, com o menor valor médio em R\$ 1.183,93/ha (temporada 2007/08) e o maior em R\$ 1.813,63/ha (2004/05). Quanto à receita bruta, a mais baixa ficou em R\$ 1.196,18/ha (2005/06) e a mais alta, em R\$ 2.175,64/ha (2008/09).

Os principais itens que compõem a estrutura de custo de produção da soja precoce e normal são fertilizantes, defensivos agrícolas, operação mecânica e sementes, que juntos, correspondem a 74,87% (soja precoce) e 74,94% (normal) dos gastos nas últimas seis safras. Individualmente, na soja normal, o fertilizante representa 31,80% do custo operacional, seguido por defensivos agrícolas (23,85%), operação mecânica (12,54%) e sementes (6,74%). Para a soja precoce, o fertilizante participa com 31,51%, defensivos agrícolas, com 23,68%, operação mecânica com 12,18% e sementes com 7,5%.

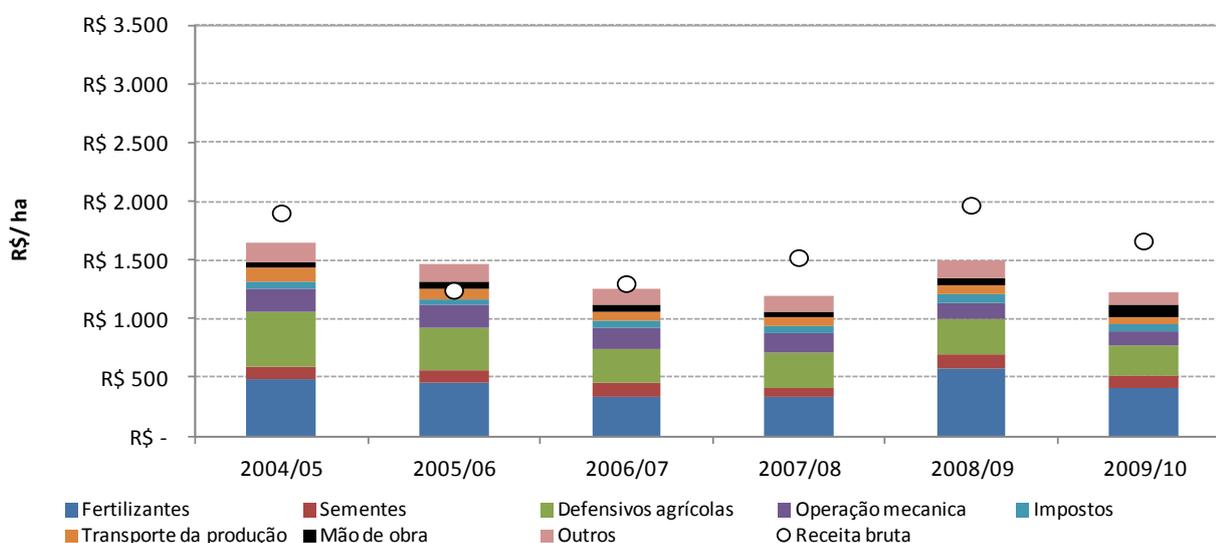
Na Figura 5.69, observa-se o custo operacional do milho, com o maior valor, de R\$ 1.047,73/ha, sendo registrado na safra 2008/09 e o menor, de R\$ 838,33/ha, em 2005/06. Na receita bruta, o maior montante foi de R\$ 1.145,88/ha, obtido na safra 2006/07, ao passo que o

menor, de R\$ 788,48/ha, foi registrado em 2005/06. Na média das seis safras, os principais itens são representados por fertilizantes, com participação de 31,26%, sementes (19,16%), operação mecânica (14,55%) e defensivos agrícolas (11,93%), que juntos somam 76,89% do custo operacional do grão.

Para o algodão, o maior custo operacional foi de R\$ 5.855,60/ha, na safra 2004/05, e o menor, de R\$ 3.775,98/ha (safra 2009/10), conforme apresentado na Figura 5.70. Quanto à remuneração, a maior receita média bruta, de R\$ 6.137,08/ha, foi obtida na temporada 2004/05, enquanto a menor, de R\$ 4.264,62/ha, foi registrada em 2009/10. Em seis safras, os principais itens do custo operacional foram defensivos agrícolas (31,87%), fertilizantes (21,85%), operação mecânica (14,88%), beneficiamento (7,88%) e mão de obra (7,23%), totalizando 83,7%.

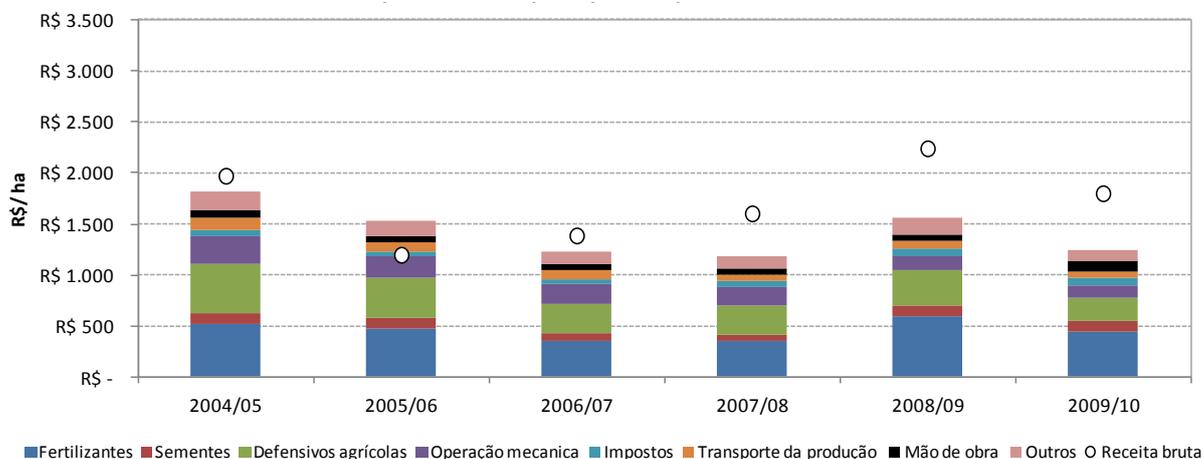
A Figura 5.71 representa o custo médio ponderado de produção da propriedade representativa entre 2004/05 e 2009/10. O maior valor, de R\$ 2.289,01/ha, foi observado na safra 2004/05, e o menor, de R\$ 1.387,75/ha, em 2009/10. Quanto à receita bruta, a safra 2004/05 teve a maior venda da produção, de R\$ 2.462,95/ha, com o menor montante ficando em R\$ 1.645,20/ha, na safra 2005/06. A estrutura de custo de produção de uma propriedade representativa com grãos e fibras tem o fertilizante como item de maior gasto (28,05%), seguido pelos defensivos agrícolas (25,45%), operação mecânica (13,67%), sementes (6,46%) e mão de obra (5,7%), que juntos somam 79,33%.

Figura 5.67 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo precoce (soja precoce) na região de Campo Novo do Parecis -MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



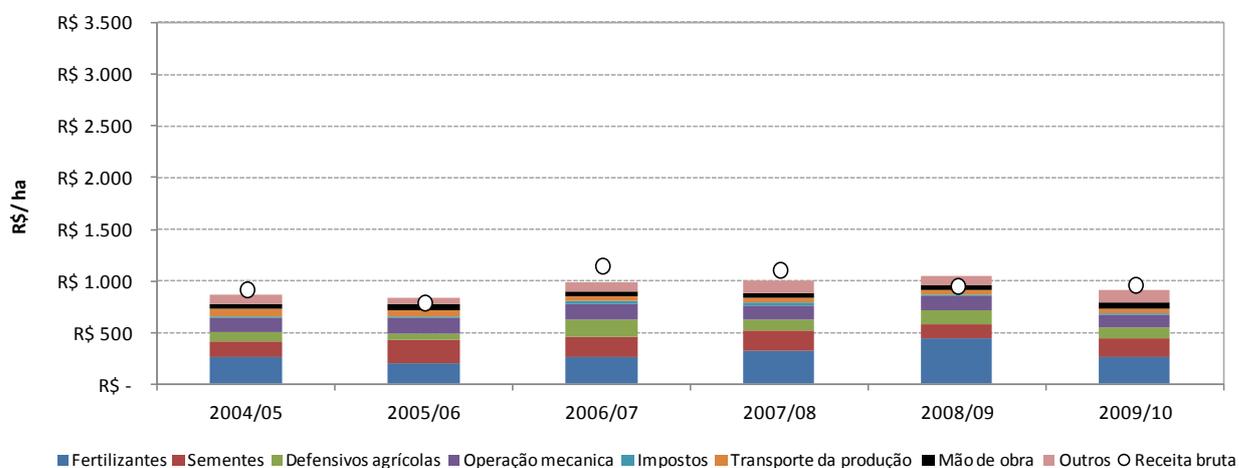
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.68 – Evolução do custo operacional da soja de ciclo médio (soja normal) na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



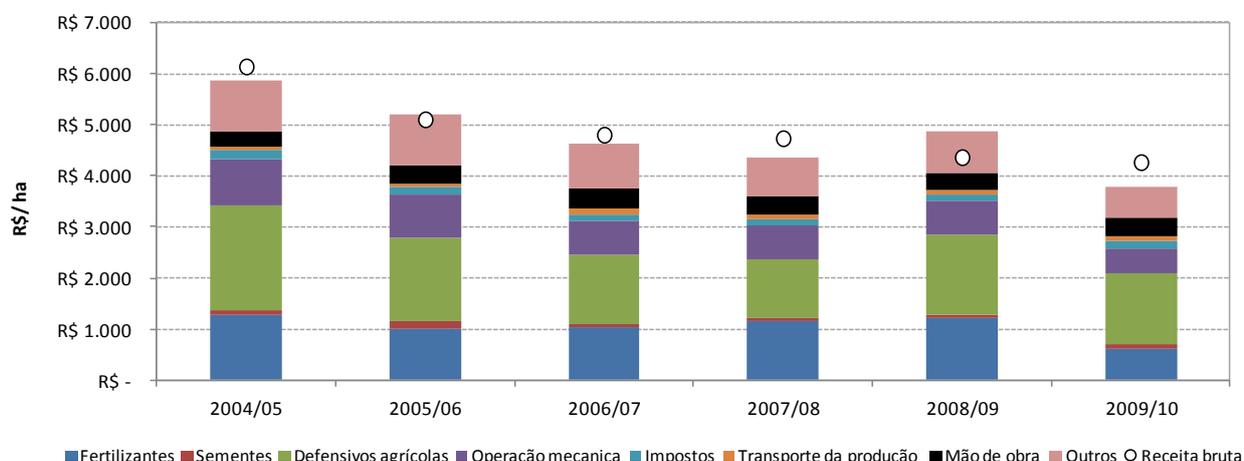
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.69 – Evolução do custo operacional do milho segunda safra na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



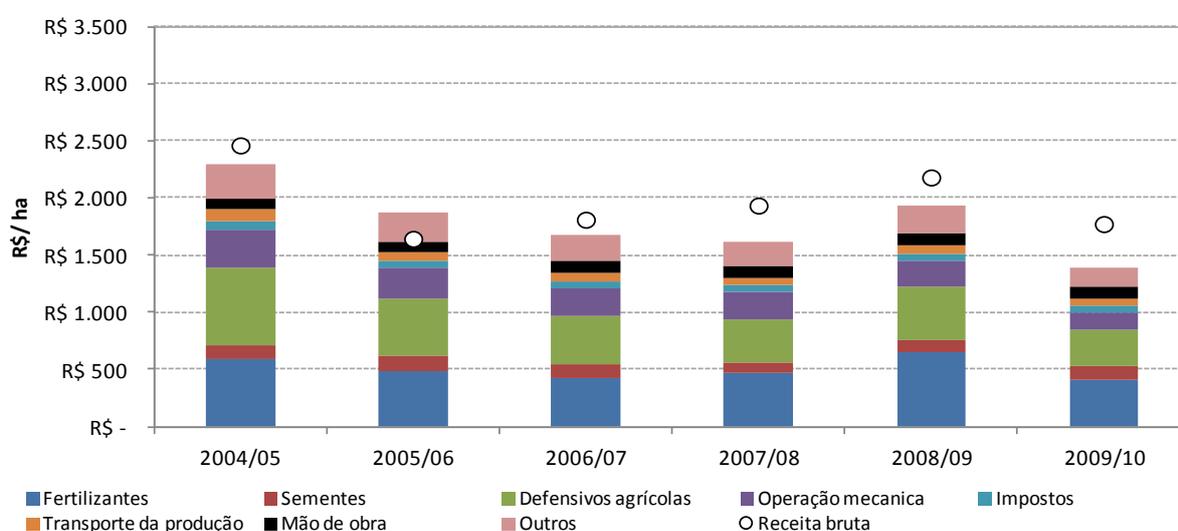
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.70 – Evolução do custo operacional do algodão na região de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.71 – Evolução do custo operacional da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis - MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

As Figura 5.72 e Figura 5.74 representam o comportamento da margem de contribuição da soja precoce e normal, respectivamente. Na safra 2005/06, os resultados foram negativos, em R\$ 217,96/ha para a precoce e R\$ 340,03/ha para a normal. Por outro lado, a maior margem foi de R\$ 468,63/ha para a precoce e de R\$ 614,35/ha para a normal, ambos na safra 2008/09.

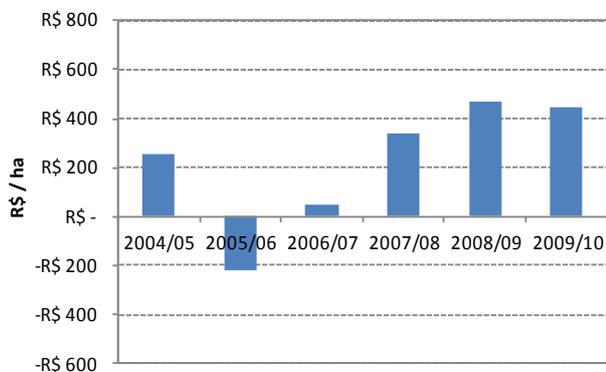
As Figura 5.73 e Figura 5.75 mostram a margem de contribuição acumulada ao longo das seis safras para a soja precoce e normal, respectivamente. Da mesma maneira que em Sorriso, a rentabilidade negativa na safra 2005/06 prejudicou o desempenho de ambas as culturas – a margem acumulada foi de R\$ 89,07/ha para a precoce e negativo de R\$ 43,92/ha para a normal na safra 2006/07. O principal motivo da baixa remuneração foi a valorização do Real frente ao dólar. Além disso, no caso da soja normal, o resultado negativo da safra anterior forçou o produtor a vender antecipadamente 70% da produção da safra 2006/07 com preço estabelecido. E, mesmo registrando margem positiva na temporada, não foi possível liquidar o débito da safra 2005/06.

No caso do milho, a propriedade representativa de Campo Novo do Parecis registrou quatro safras (2004/05, 2006/07, 2007/08 e 2009/10) de margens positivas e outras duas negativas (2005/06 e 2008/09). No acumulado, a média fechou em R\$ 226,88/ha, na safra 2009/10 (Figura 5.76 e Figura 5.77).

A Figura 5.78 apresenta os resultados das margens brutas da produção de algodão em Campo Novo do Parecis entre as safras 2004/05 e 2009/10. Nesse período, observa-se que duas temporadas (2005/06 e 2008/09) registraram valores negativos, enquanto as demais obtiveram dados positivos. Na safra 2005/06, os altos preços dos fertilizantes e defensivos agrícolas no período da comercialização da produção e a apreciação do Real reduziram a rentabilidade da lavoura do algodão. A temporada 2008/09, por sua vez, teve resultado negativo devido à queda no preço internacional da *commodity* com a crise financeira desencadeada nos Estados Unidos. Quanto à margem bruta da produção da pluma, não se observou resultados negativos (Figura 5.79).

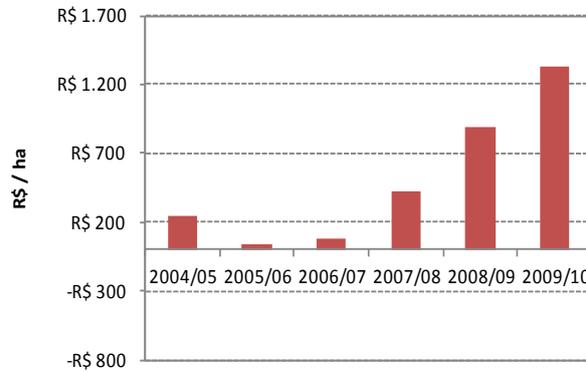
As Figura 5.80 e Figura 5.81 abrangem os resultados da margem bruta da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis entre as safras 2004/05 e 2009/10. Os dados das três culturas trabalhadas geraram uma margem bruta negativa na safra 2005/06. Para o milho e algodão da safra 2008/09, houve uma compensação devido ao saldo positivo da soja.

Figura 5.72 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja precoce em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



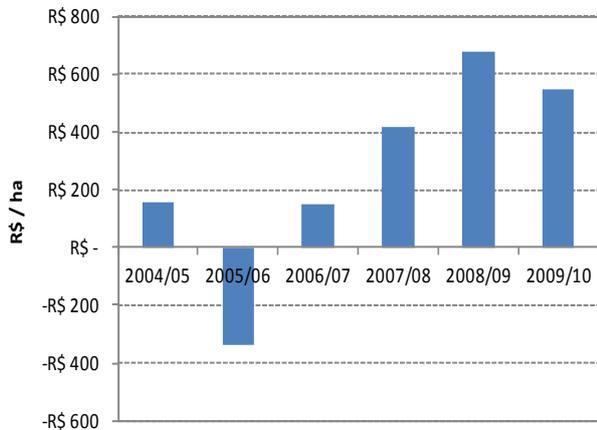
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.73 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada da soja precoce em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



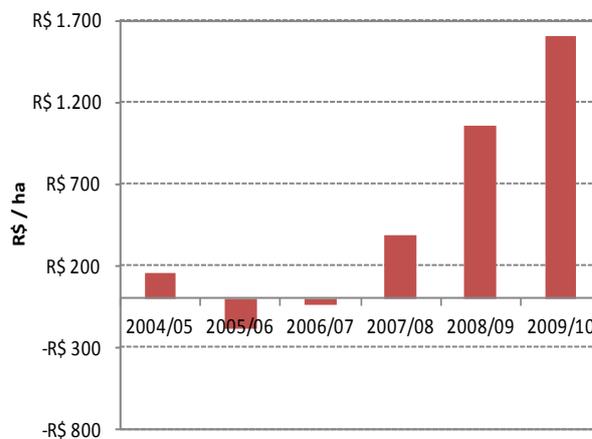
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.74 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da soja em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



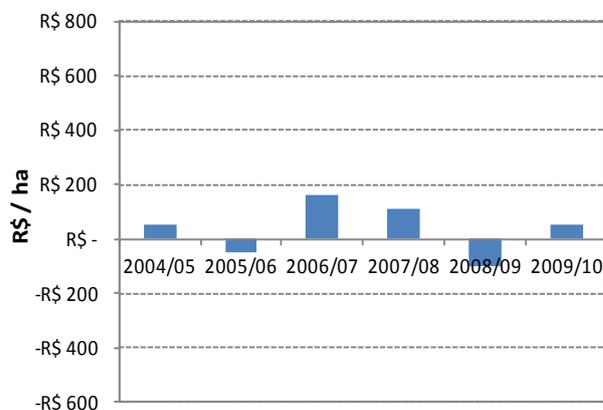
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.75 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da soja em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



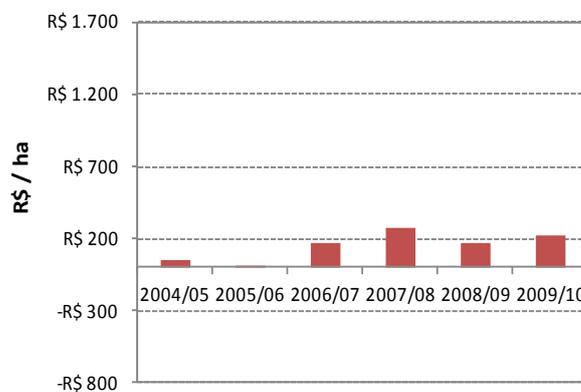
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.76 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) do milho em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



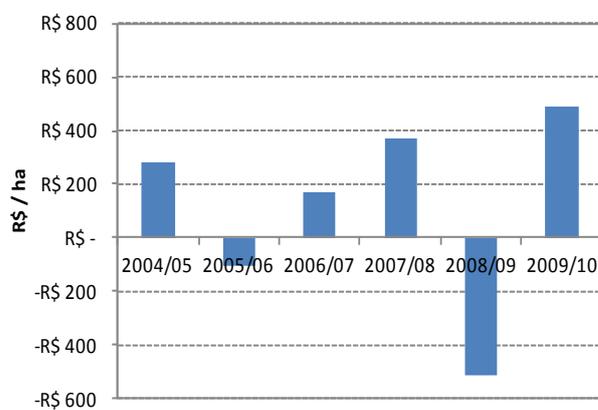
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.77 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) do milho em Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



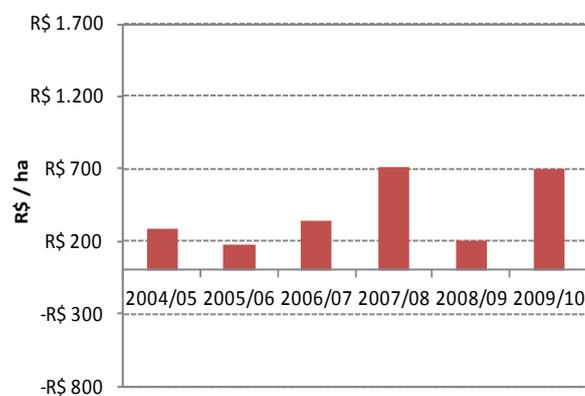
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.78 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) do algodão de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



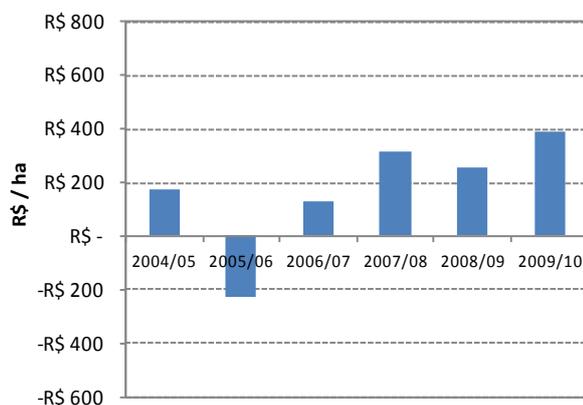
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.79 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) do algodão de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



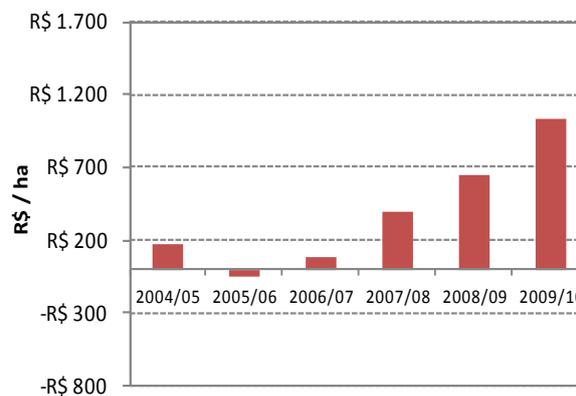
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.80 – Comportamento da receita operacional líquida (ROL) da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.81 – Comportamento da receita operacional líquida acumulada (ROL) da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis – MT entre as safras 2004/05 e 2009/10.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Na análise do custo de produção e da rentabilidade da propriedade representativa de Sorriso e Campo Novo do Parecis, foi possível observar que a diversificação da propriedade com mais de uma cultura nem sempre proporciona resultado positivo. A força exógena ao item de controle da propriedade como condição climática, estrutura de mercado, cambio e situação econômica mundial pode gerar resultado negativo ou positivo para a atividade.

No caso do milho, as rentabilidades costumam registrar valores negativos ou próximos de zero nas duas localidades pesquisadas, por conta basicamente do clima e da estrutura de mercado. Durante o período de desenvolvimento da lavoura, há menos incidência de chuva, o que, por sua vez, aumenta as chances de baixo rendimento da lavoura. Quanto à estrutura de mercado, as regiões produtoras estão distantes de unidades consumidoras e a infraestrutura para o escoamento é precária. Essas duas deficiências fazem predominar a comercialização do produto no mercado físico, que por várias safras, carecem da subvenção do governo federal de preço mínimo. Além disso, a dificuldade de transferir o produto de uma praça para outra retarda a disseminação dos mecanismos de proteção de preços.

A rentabilidade da soja e do algodão é mais influenciada por fatores externos em relação à do milho. O câmbio, por exemplo, gera dois efeitos, podendo tornar o produto mais competitivo no âmbito internacional com a desvalorização ou encarecer o custo de produção com os insumos importados. O desempenho internacional, por sua vez, depende da situação econômica, que reflete nos preços médios externos. Essas duas variáveis favoreceram a

produção brasileira de soja e algodão nos últimos anos, principalmente com a ascensão econômica da China. Assim, os produtores do cerrado priorizam, no planejamento agrícola, o uso do solo com soja e algodão em detrimento do milho, diferente do observado no meio oeste dos Estados Unidos.

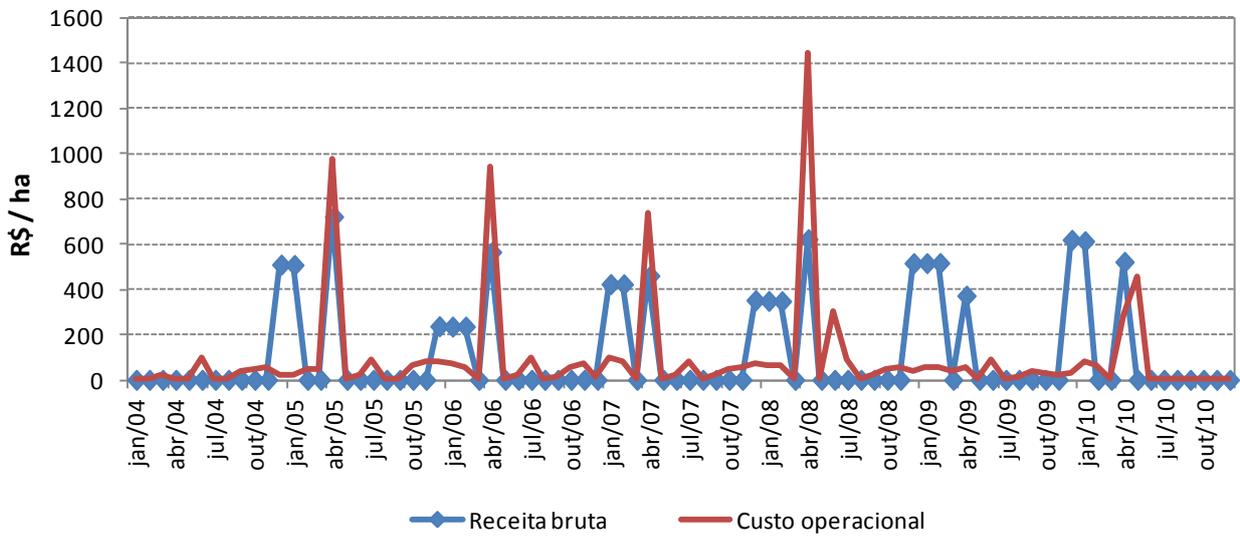
Ao contrário de uma atividade industrial, o produtor não consegue repassar o aumento do custo de produção no preço final. Além disso, ele toma o preço do mercado, assumindo boa parte do risco da atividade agropecuária. Logo, o comportamento da rentabilidade do milho nas propriedades representativas de Mato Grosso suscita o questionamento da existência do produto no sistema de produção. Empiricamente, os produtores justificam que a presença do milho no sistema de produção é para melhorar o fluxo de caixa da propriedade.

c) Fluxo de caixa da propriedade representativa

Nessa seção, analisa-se o comportamento do fluxo de caixa de soja, milho e algodão, bem como das propriedades representativas de Sorriso e Campo Novo do Parecis. Para cada produto, são considerados o comportamento da receita bruta e custo operacional, seguidos da margem de contribuição mensal e sua média no período de 2004 e 2010 e da margem de contribuição mensal acumulada.

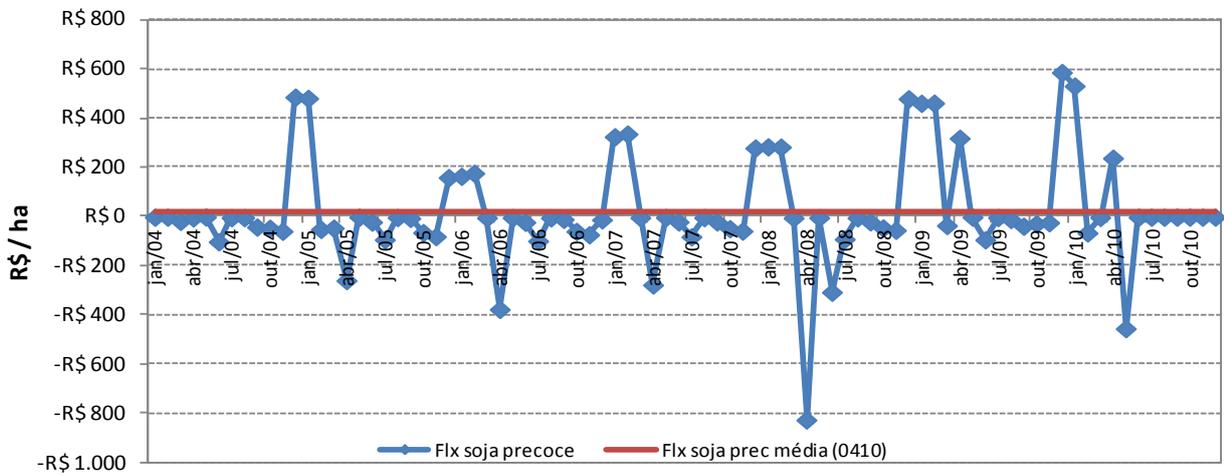
A Figura 5.82 apresenta o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) da soja precoce entre 2004 e 2010. A Figura 5.83 mostra a margem bruta da soja precoce e a Figura 5.84 a margem bruta da soja precoce acumulada no período de 2004 e 2010. Ao analisar esses dados, nota-se que existe um forte desembolso do produtor no mês de abril e entrada da receita entre dezembro e fevereiro de cada ano. Como consequência, a margem de contribuição apresentou picos de saldo positivo de dezembro a fevereiro e valores negativos em abril. O forte desembolso para a produção da soja amplifica a variação da margem bruta acumulada no fluxo de caixa. De jan/04 a dez/08, a margem de contribuição acumulada apresenta valores positivos entre janeiro e março. Mas, no decorrer do ano, há necessidade de aquisição de insumos e pagamento de outros compromissos, provocando resultado negativo no fluxo de caixa da produção de soja precoce. Esse cenário mudou com a melhora no preço em 2009 e 2010.

Figura 5.82 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja precoce em Sorriso – MT entre 2004 e 2010.



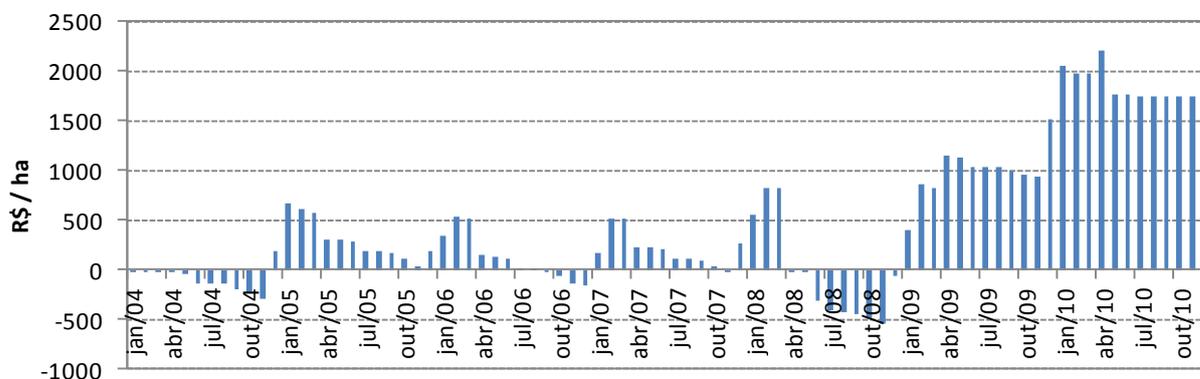
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.83 – Comportamento do valor da margem de contribuição mensal da soja precoce e margem de contribuição média na propriedade típica de Sorriso-MT entre 2004 e 2010.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.84 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada da soja precoce Sorriso-MT entre 2004 e 2010.

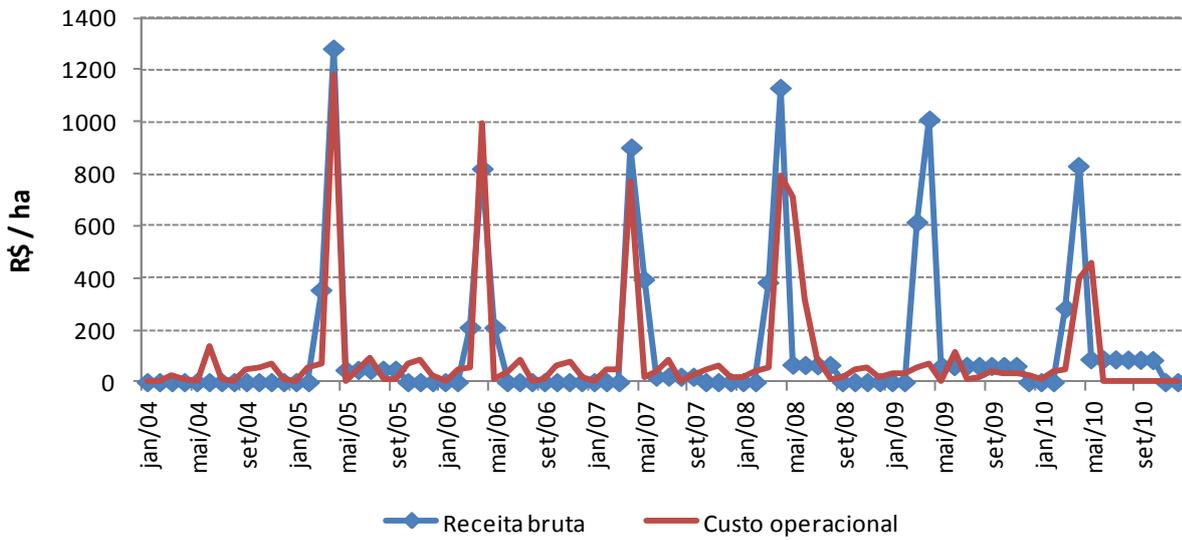


Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Na Figura 5.85, tem-se o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) da soja ciclo normal entre 2004 e 2010. A Figura 5.86 reúne o resultado da margem bruta da soja e a Figura 5.87, a margem bruta acumulada em seis anos. Na análise dos dados, observa-se um grande volume de venda da produção e desembolso em abril. No ano de 2009, produtores não conseguiram comercializar a produção antecipadamente devido à crise financeira eclodida no fim de 2008. Assim, *traders* não permitiram a realização de troca, de modo que a compra dos insumos teve que ser feita à vista. De qualquer forma, essa medida acabou favorecendo o produtor, que vendeu a soja no período da colheita por um preço maior, devido à forte seca registrada nas lavouras da Argentina.

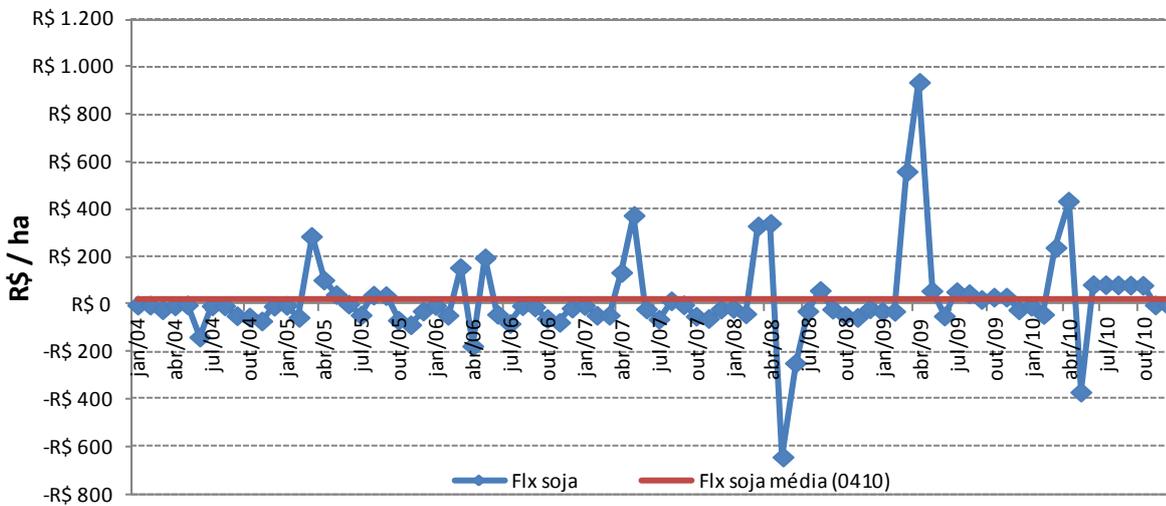
No caso da margem de contribuição, têm-se alguns resultados negativos de março a maio, sendo que o maior desembolso ocorreu em maio de 2008. No acumulado de seis anos, a margem apresentou valores negativos entre junho e fevereiro. Esse cenário mudou com a melhora nos preços internacionais em 2009 e 2010.

Figura 5.85 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja em Sorriso – MT entre 2004 e 2010.



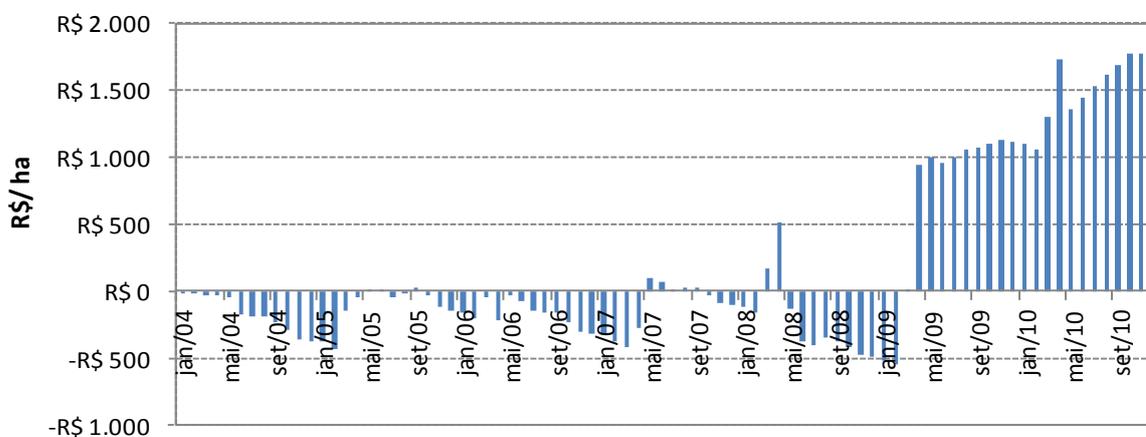
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.86. Comportamento do valor da margem de contribuição mensal da soja e margem de contribuição média da soja entre 2004 e 2010 para Sorriso-MT.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

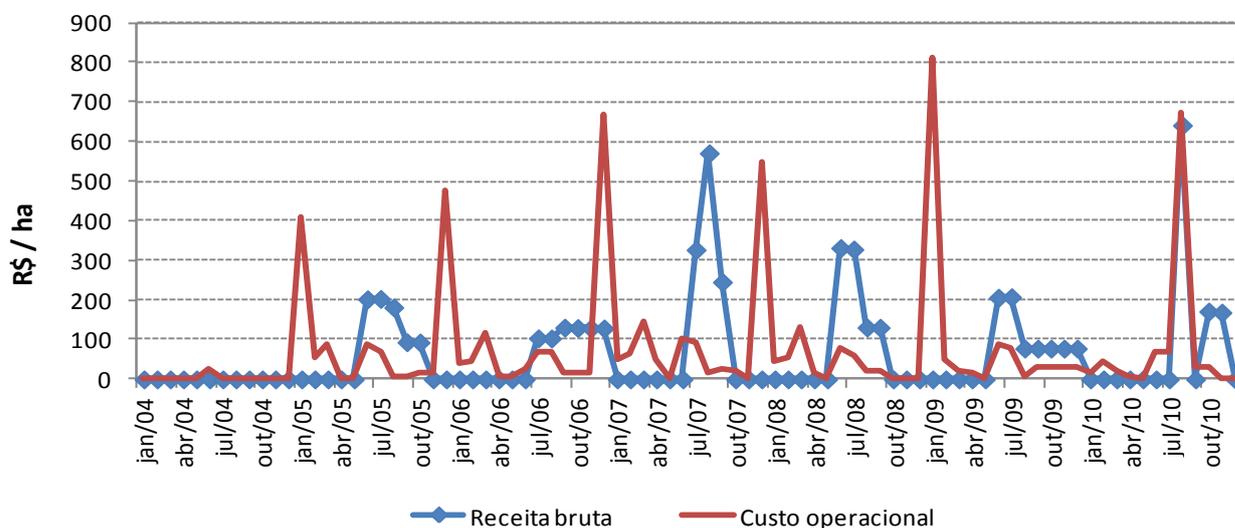
Figura 5.87 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada da soja Sorriso-MT entre 2004 e 2010.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

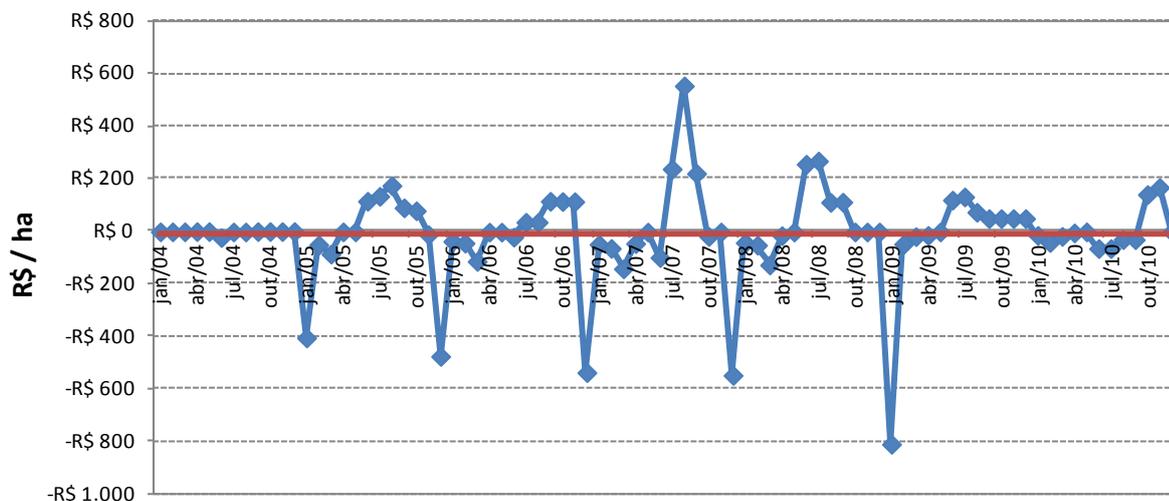
Na Figura 5.88, tem-se o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) do milho de 2004 a 2010. A Figura 5.89 reúne o resultado da margem bruta do milho e a Figura 5.90, a margem bruta acumulada de 2004 a 2010. Nota-se que existe um forte desembolso do produtor nos meses de novembro e dezembro, enquanto a entrada da receita se dá de julho a setembro de cada ano. Esse descompasso entre compra e venda da produção gera uma grande oscilação no fluxo de caixa. A margem de contribuição teve picos de saldo negativo em dezembro e janeiro e valores positivos de junho a outubro. No acumulado, a produção de milho só apresentou resultado negativo.

Figura 5.88 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal do milho em Sorriso – MT entre 2004 e 2010.



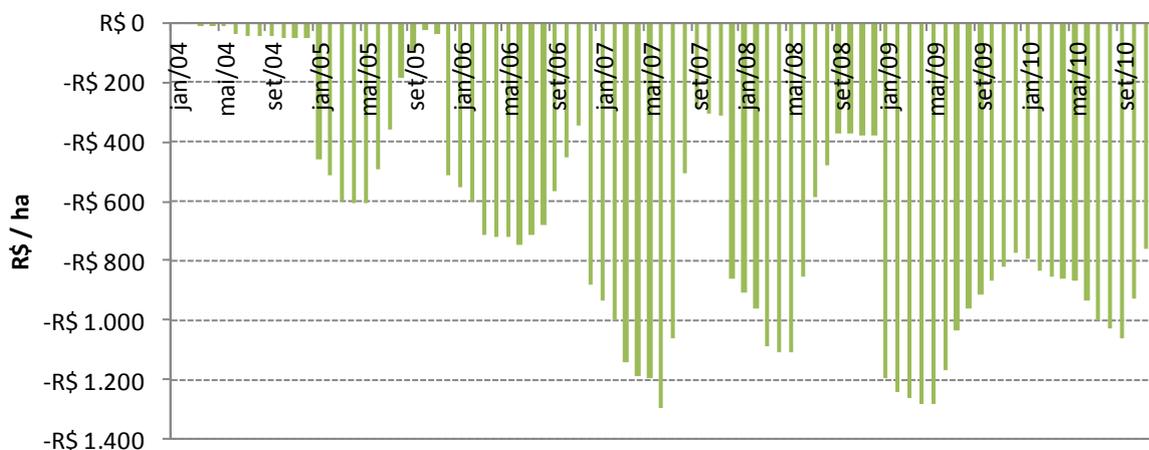
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.89 – Comportamento do valor da margem de contribuição mensal do milho e margem de contribuição média do milho entre 2004 e 2010 – Sorriso (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.90 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada para o milho entre 2004 e 2010 – Sorriso (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

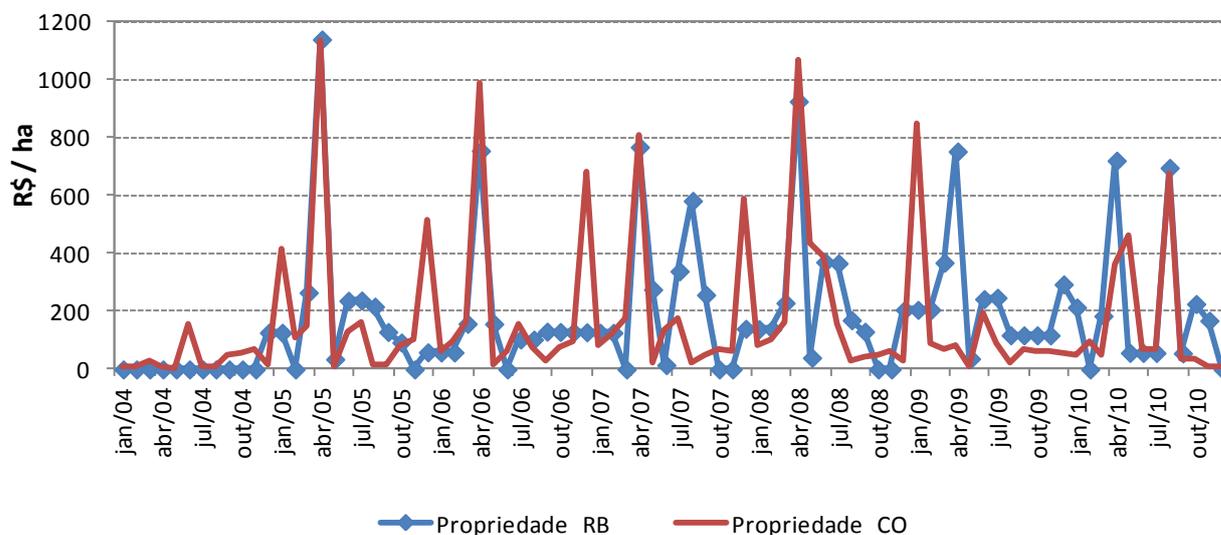
Na Figura 5.91, tem-se o comportamento da receita bruta (RB) e o custo operacional dos produtos encontrados na propriedade representativa de Sorriso entre 2004 e 2010. A Figura 5.92 reúne o resultado da margem bruta e a Figura 5.93, a margem bruta acumulada em seis anos.

É possível concluir que existem dois fortes desembolsos do produtor na safra agrícola, um para efetuar o pagamento dos compromissos da soja (concentrado em abril) e outro para arcar com despesas relacionadas à produção de milho, em novembro e dezembro. Por outro lado, a entrada de receita da propriedade se dá de três formas: a primeira na venda da soja

precoce entre dezembro e janeiro, a segunda na comercialização da soja normal entre abril e agosto, podendo se estender em determinada safra até outubro e, por último, a comercialização de milho entre julho e setembro, com possibilidade de ampliar até dezembro.

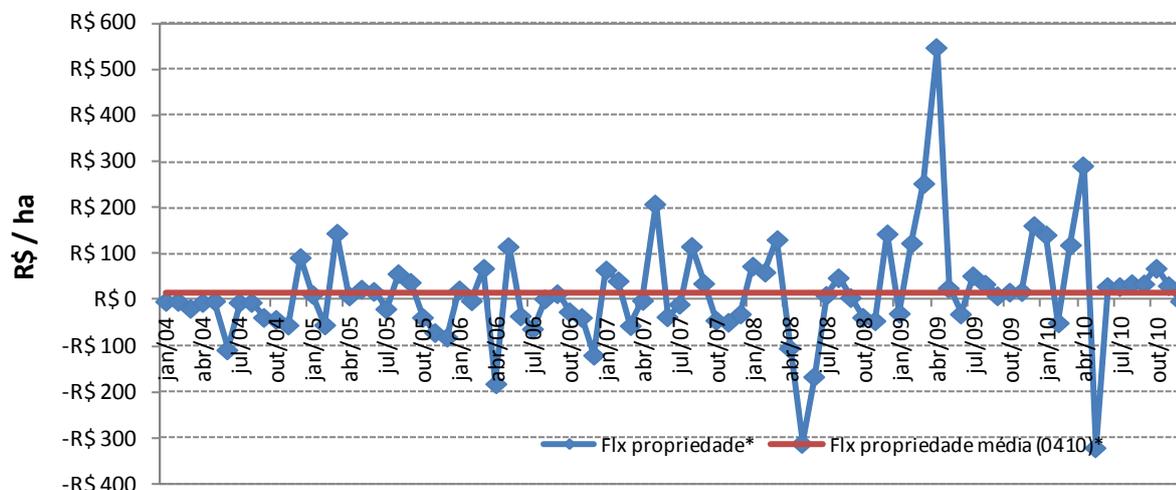
Em tese, esse modelo de comercialização da propriedade de Sorriso cobre o problema de sazonalidade de receita da safra agrícola, mas nem sempre isso acontece. O descompasso entre o melhor momento de vender a produção e comprar os insumos gera uma grande oscilação no fluxo de caixa. A margem de contribuição da propriedade revela dois momentos de picos de saldo negativo: um em abril com a soja e outro em dezembro e janeiro com o milho. No caso do valor positivo, observam-se três situações: a primeira na venda da soja precoce em dezembro e janeiro, a segunda na comercialização da soja normal entre maio e setembro e a terceira na venda do milho entre junho e outubro. No acumulado, a situação só melhorou com a alta dos preços internacionais da soja entre 2009 e 2010.

Figura 5.91 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da propriedade típica de Sorriso – MT entre 2004 e 2010.



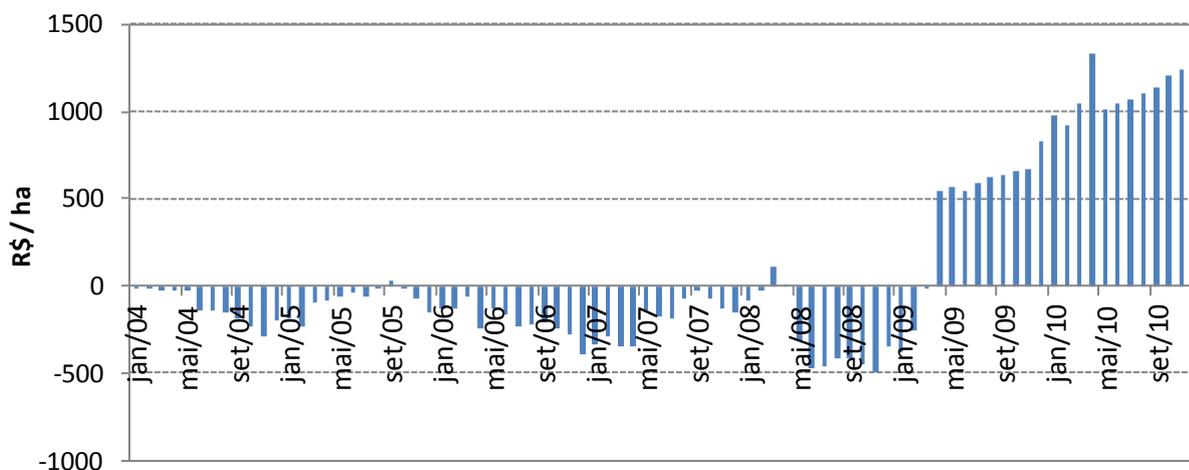
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.92 – Comportamento do valor da margem de contribuição mensal e margem de contribuição média da propriedade típica de Sorriso-MT entre 2004 e 2010.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.93 – Valor da margem de contribuição mensal acumulada da propriedade típica de Sorriso-MT entre 2004 e 2009.

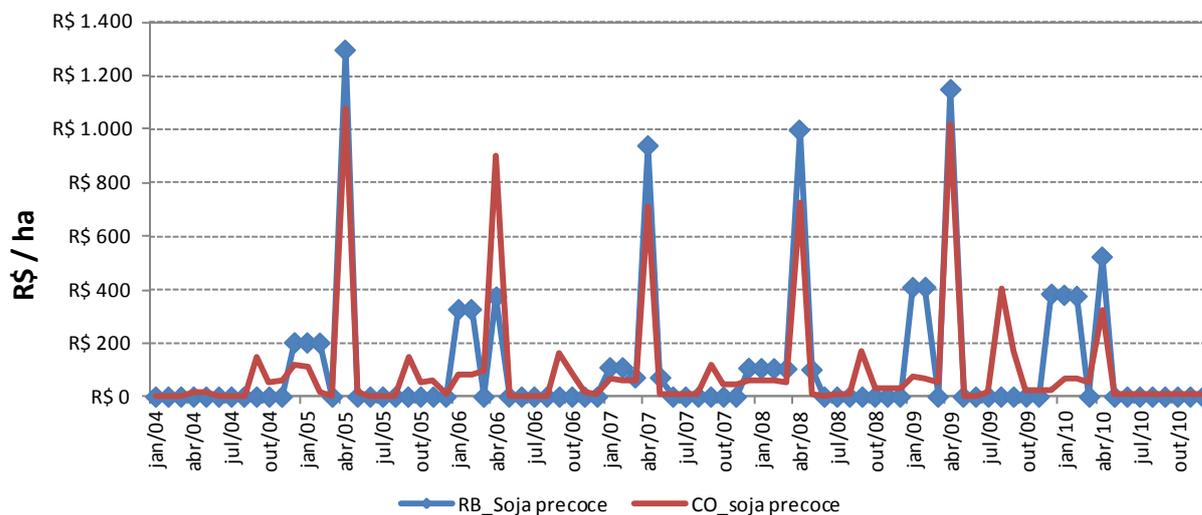


Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

A Figura 5.94 apresenta o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) da soja precoce em Campo Novo do Parecis entre 2004 e 2010. A Figura 5.95 mostra a margem bruta da soja precoce e a Figura 5.96 a margem bruta acumulada em seis anos. Ao analisar esses dados, é possível afirmar que existe um forte desembolso do produtor em abril e entrada de receita entre os meses de novembro e fevereiro de cada ano. Esse efeito pode ser observado no fluxo de caixa, no qual a margem de contribuição apresentou picos positivos entre janeiro e fevereiro e valores negativos no mês de agosto. Na margem acumulada, os resultados da produção da soja precoce foram

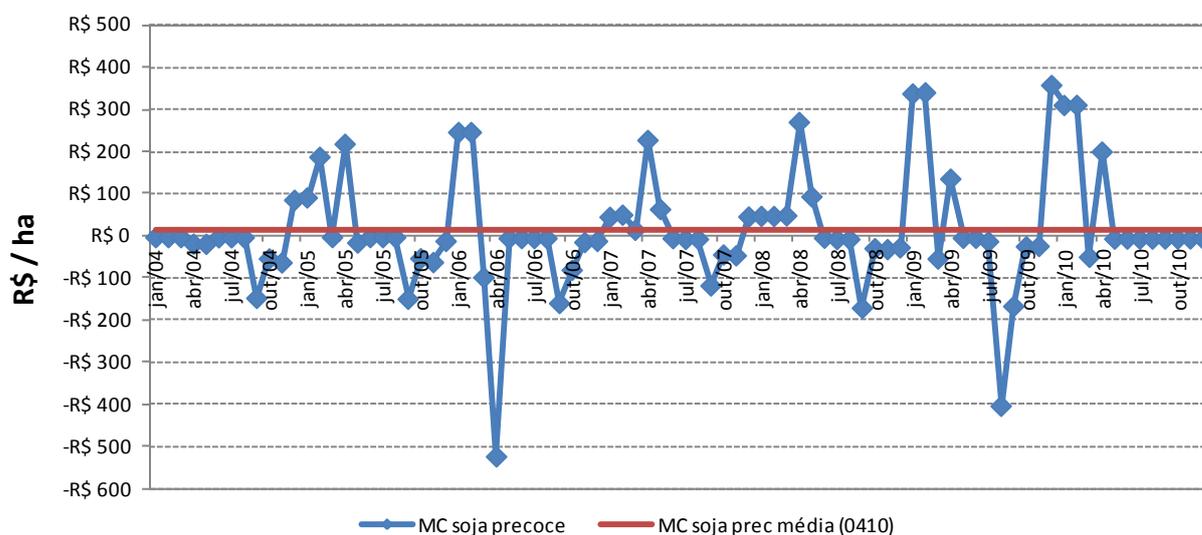
predominantemente negativos entre janeiro de 2004 e dezembro de 2008. A situação se inverteu com a alta do preço internacional da soja em 2009 e 2010.

Figura 5.94 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja precoce em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.



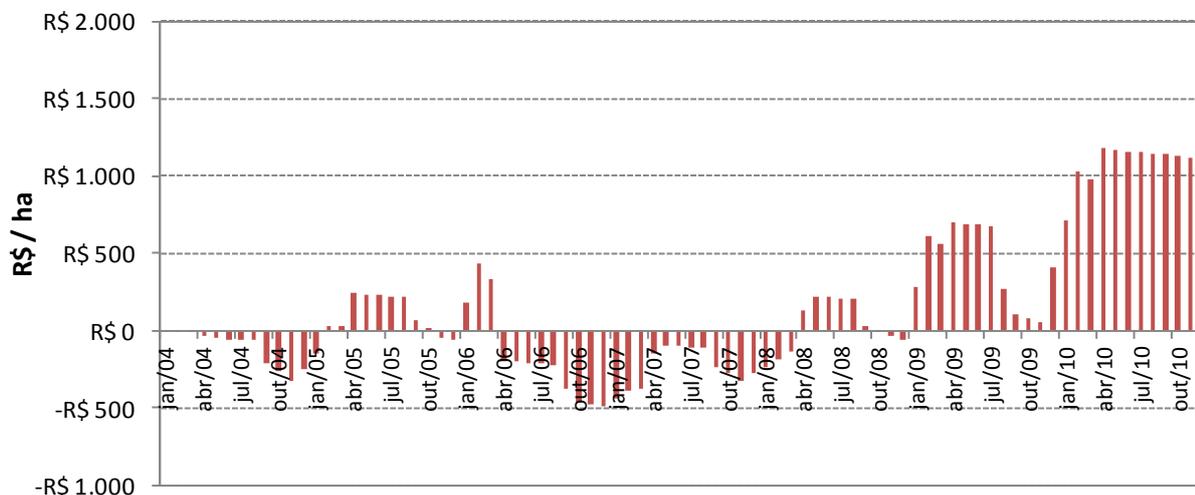
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.95 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal da soja precoce e margem de contribuição média da soja precoce entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

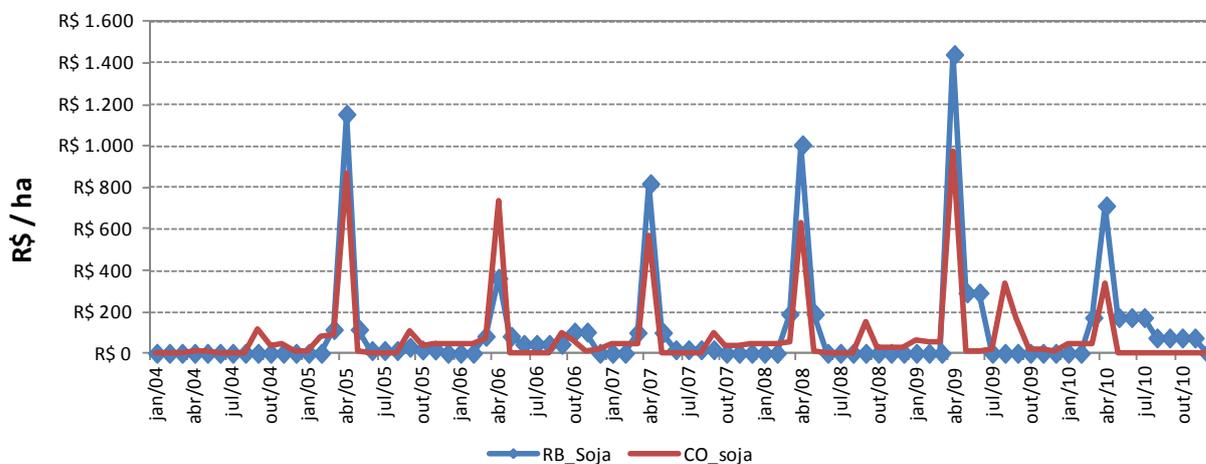
Figura 5.96 – Comportamento da margem de contribuição (MC) da soja precoce acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor

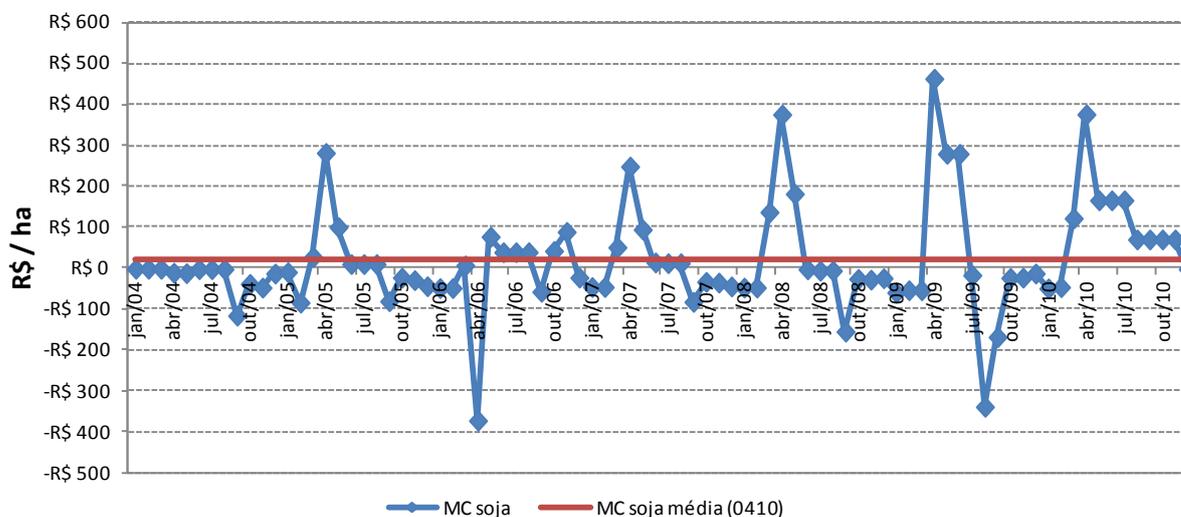
A Figura 5.97 revela o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) da soja em Campo Novo do Parecis entre 2004 e 2010. A Figura 5.98 mostra a margem bruta da soja e a Figura 5.99, a margem bruta da oleaginosa acumulada em seis anos. Ao analisar esses dados, é possível afirmar que existe um forte desembolso do produtor e venda da produção no mês de abril de cada ano. Assim, observa-se no fluxo de caixa oscilações na margem de contribuição, apresentando picos positivos entre abril e maio e valores negativos de agosto a dezembro. A margem negativa verificada em abril de 2006 se deve à forte valorização do Real frente ao dólar – o produtor comprou insumo com uma taxa de câmbio maior que a registrada no momento da venda. Em agosto/09, o desembolso ocorreu pela compra de insumos da safra 2009/10. Na margem acumulada, os resultados da produção da soja foram predominantemente negativos entre janeiro de 2004 e abril de 2008. A pior situação foi entre as safras 2005/06 e 2006/07, quando a rentabilidade acumulada não apresentou nenhum valor positivo. A situação se inverteu com alta da soja no mercado internacional em 2009 e 2010.

Figura 5.97 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da soja ciclo médio em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.



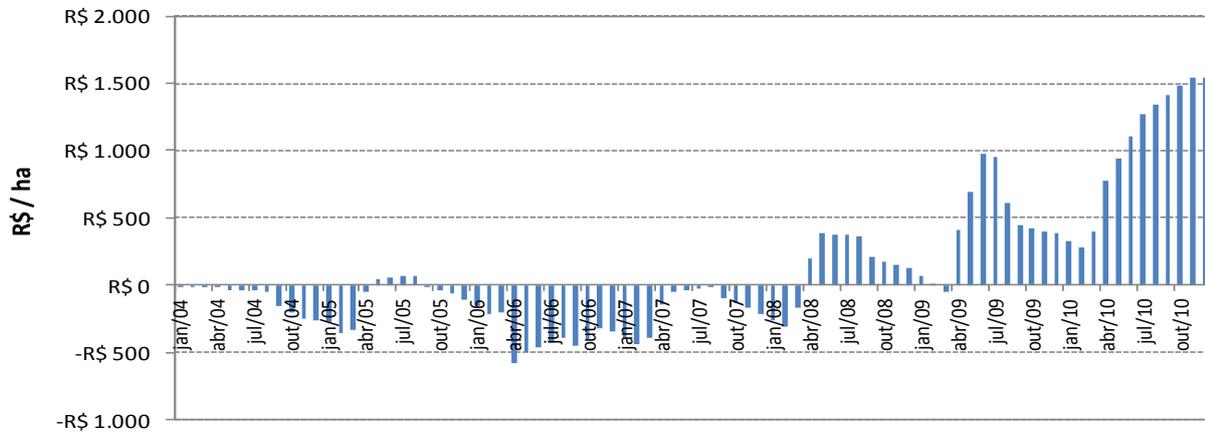
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.98 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal da soja ciclo médio e margem de contribuição média da soja precoce entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

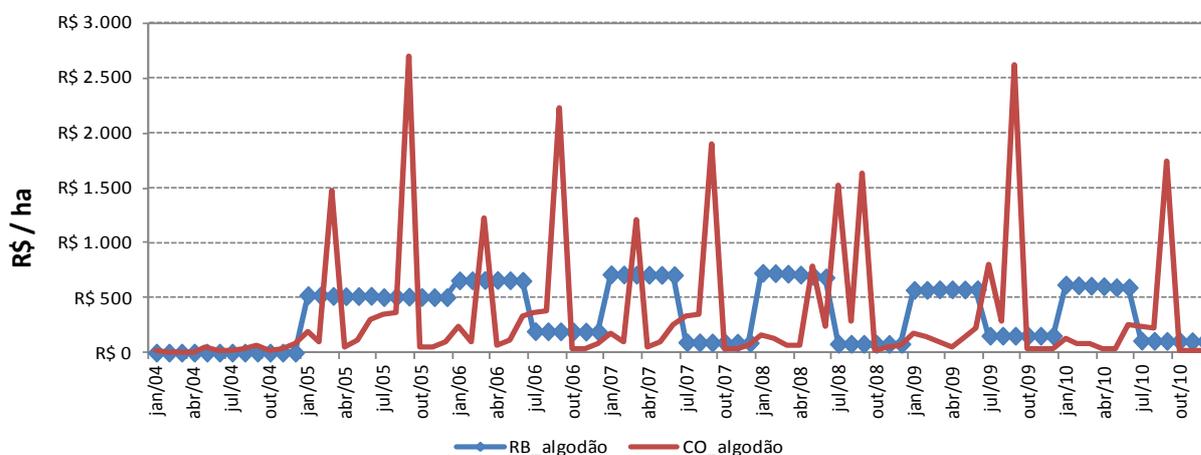
Figura 5.99 – Comportamento da margem de contribuição (MC) da soja ciclo médio acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

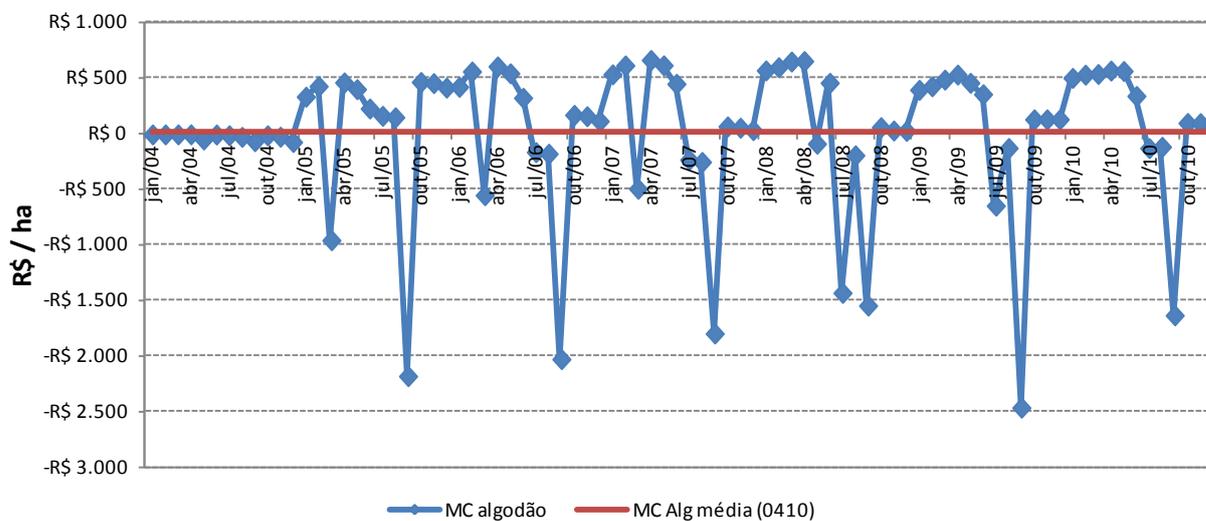
A Figura 5.100 revela o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) do algodão em Campo Novo do Parecis entre 2004 e 2010. A Figura 5.101 mostra a margem bruta do algodão e a Figura 5.102, a margem bruta acumulada em seis anos. No exame das figuras, compreende-se que existe um forte desembolso do produtor em abril e entre julho e agosto, enquanto a entrada de receita acontece de janeiro a julho. O processo de beneficiamento do algodão gera um forte desembolso nos meses de julho e agosto, o que justifica a margem de contribuição negativa no período. Por outro lado, a margem positiva ocorre ao longo do primeiro semestre com a venda antecipada do algodão. No acumulado, a venda da produção antecipada do algodão gera resultado positivo no primeiro semestre, reduzindo significativamente com a colheita e beneficiamento da pluma no segundo semestre.

Figura 5.100 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal do algodão em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.



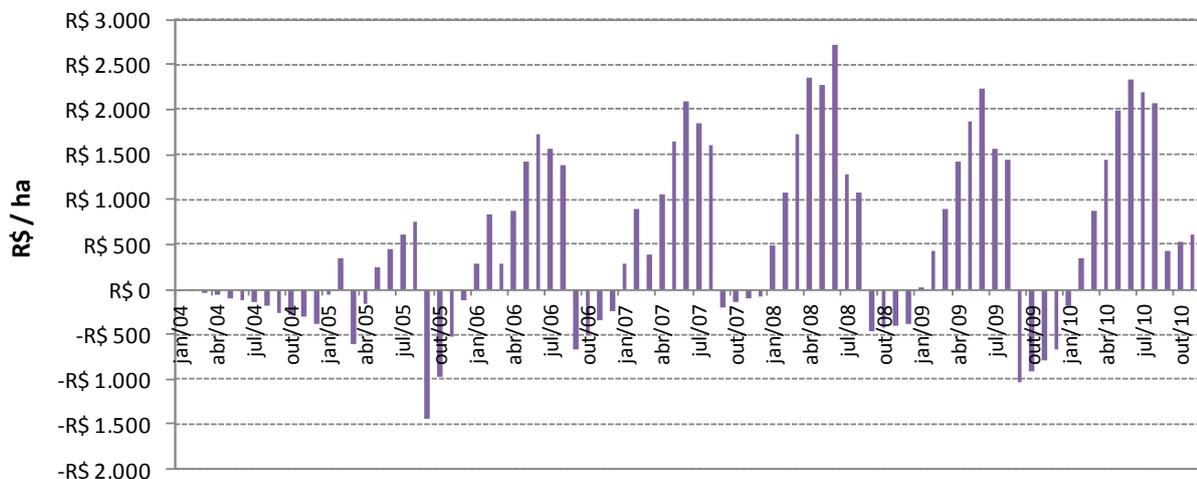
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.101 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal do algodão e margem de contribuição média do algodão entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

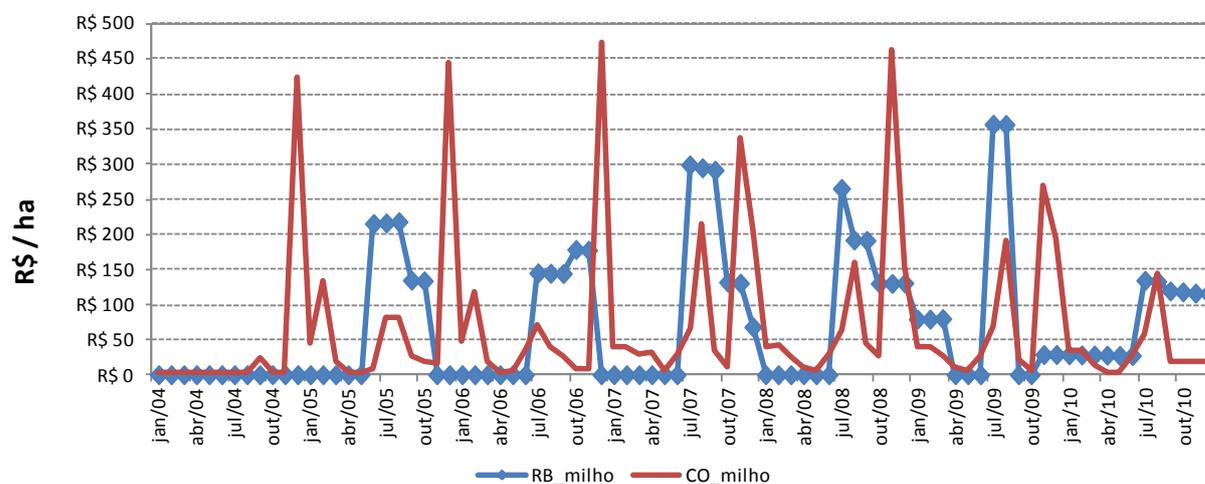
Figura 5.102 – Comportamento da margem de contribuição (MC) do algodão acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor

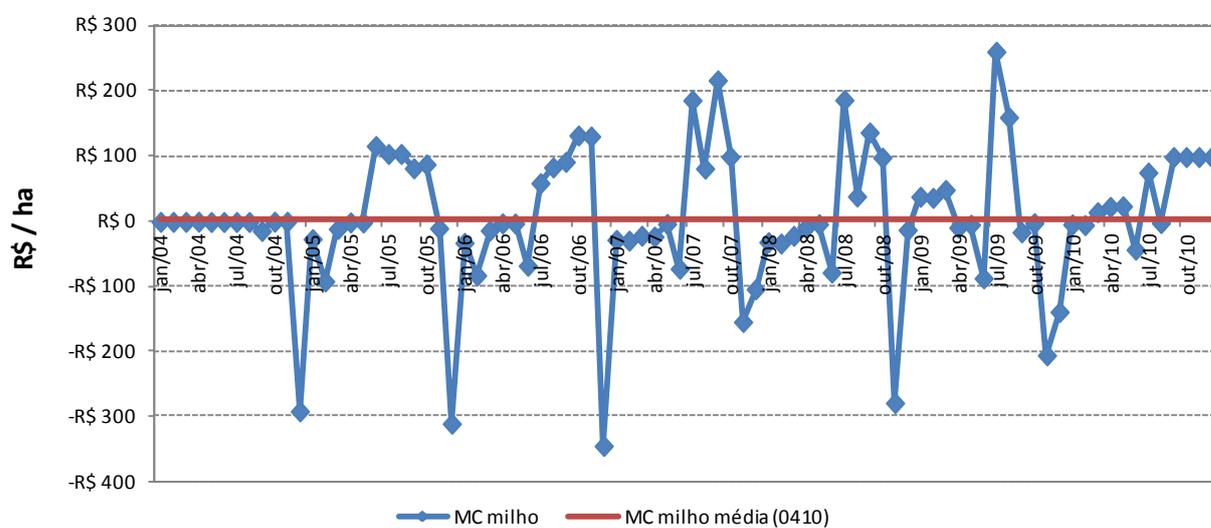
A Figura 5.103 revela o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) do milho em Campo Novo do Parecis entre 2004 e 2010. A Figura 5.104 mostra a margem bruta do milho e a Figura 5.105, a margem bruta do milho acumulada em seis anos. O exame dessas figuras permite compreender que existe um forte desembolso do produtor nos meses de novembro e dezembro, enquanto a entrada da receita ocorre de junho a outubro de cada ano. A diferença entre compra de insumos e venda da produção gera uma grande variação no fluxo de caixa. A margem de contribuição apresentou saldo negativo entre novembro e dezembro e valores positivos de junho a outubro. No acumulado, a produção de milho apresentou resultado negativo entre 2004 e 2008, mas, nas duas últimas safras, registrou valores positivos.

Figura 5.103 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal do milho e margem de contribuição média do milho entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



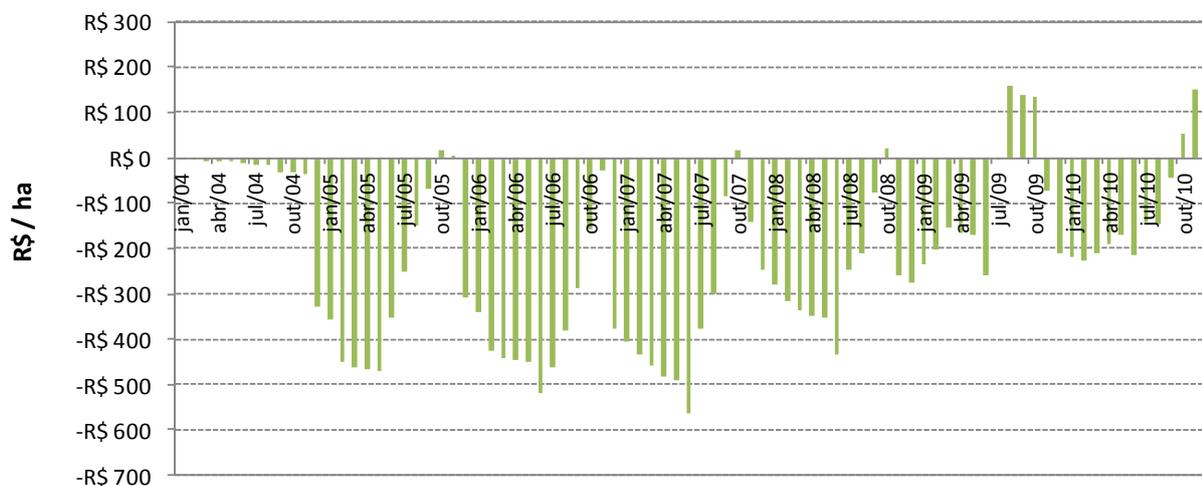
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.104 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal do milho em Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.105 – Comportamento da margem de contribuição (MC) do milho acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor

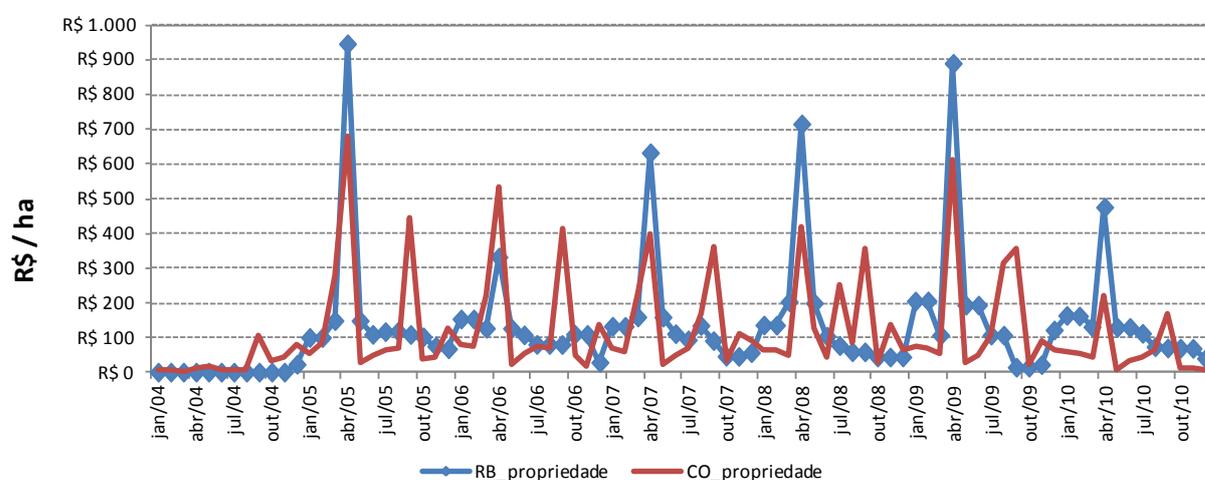
A Figura 5.106 revela o comportamento mensal do fluxo de receita bruta (RB) e o custo operacional (CO) da propriedade de Campo Novo do Parecis durante 2004 e 2010. A Figura 5.107 mostra a margem bruta da propriedade e a Figura 5.108 a margem bruta da propriedade acumulada em seis anos.

É possível concluir que existem três fortes desembolsos do produtor na safra, sendo um para efetuar o pagamento dos compromissos da soja, milho e algodão. Em linhas gerais, o primeiro gasto significativo na propriedade ocorre no mês de abril para a soja, o segundo entre julho e setembro para o algodão e o último em novembro e dezembro para o milho. A entrada de receita da propriedade, por sua vez, acontece em três momentos: na venda da soja precoce entre dezembro e janeiro, na comercialização da soja normal entre fevereiro e julho e do algodão entre junho e agosto, podendo ser estendida em determinada safra até outubro, e na venda do milho entre os meses de julho e setembro, podendo se estender até dezembro. A venda antecipada depende do valor contrato futuro, mas normalmente se faz no primeiro semestre para a soja, para o algodão ao longo de todo o ano e o milho essa modalidade é incipiente.

A margem de contribuição da propriedade revela três picos de saldo negativo, sendo o desembolso com compromissos da soja no mês de abril, com algodão em julho e agosto e com o milho entre dezembro e janeiro. No caso do valor positivo, não se observa um padrão como em Sorriso, mas nota-se que a venda da soja precoce em dezembro e janeiro, bem como a comercialização da soja normal entre abril e julho e venda do algodão de janeiro a junho

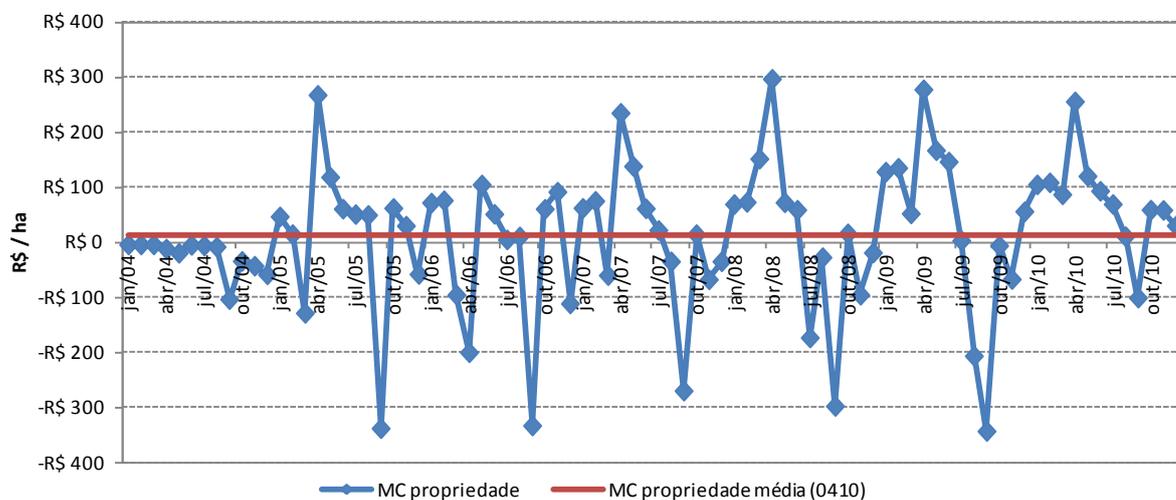
compõem o saldo positivo do primeiro semestre da propriedade. Na margem acumulada, os resultados da venda dos produtos encontrados na propriedade foram predominantemente negativos entre janeiro de 2004 e abril de 2008. A pior situação foi para a soja e milho entre as safras 2005/06 e 2006/07, levando a uma rentabilidade acumulada negativa. A situação se inverteu com alta da soja no mercado internacional em 2009 e 2010.

Figura 5.106 – Comportamento da receita bruta (RB) e custo operacional (CO) mensal da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis – MT entre 2004 e 2010.



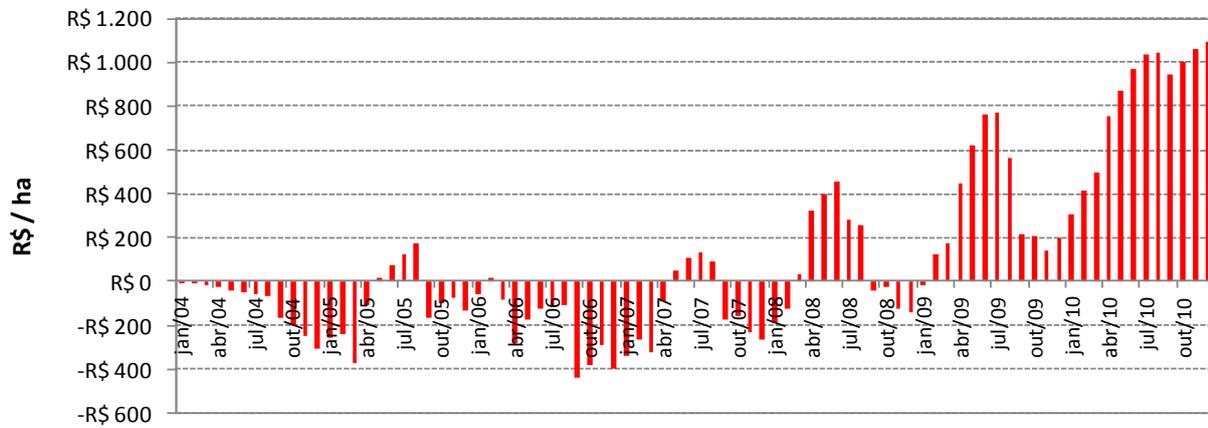
Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.107 – Comportamento do valor da margem de contribuição (MC) mensal da propriedade representativa e margem de contribuição média da propriedade representativa entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

Figura 5.108 – Comportamento da margem de contribuição (MC) média da propriedade representativa acumulada entre 2004 e 2010 – Campo Novo do Parecis (MT).



Fonte: Cepea – Elaborado pelo autor.

O planejamento agrícola de uma propriedade com multiproduto, ou seja, com diferentes culturas, é complexo. Além de reduzir a exposição de risco da propriedade, o objetivo é aproveitar melhor o capital investido, a partir da intensificação do uso do solo com duas safras no mesmo ano agrícola, alocando o custo fixo para a cesta de produto explorada economicamente na fazenda.

Em geral, o sistema de produção das propriedades de Sorriso e Campo Novo do Parecis permite o cultivo de duas safras no mesmo ano agrícola. O planejamento agrícola parece ser executado conforme a restrição agrônômica do produto diante do potencial produtivo no período, a disponibilidade de máquinas, crédito e clima da região.

Na reunião para coleta de dados primários das seis safras, verificou-se que produtores e técnicos priorizam os critérios agrônômicos para a formulação e elaboração do planejamento de produção agrícola, tais como: épocas de semente e colheita, sementes, resistência ou tolerância a pragas (insetos e nematóides), doenças e vírus, efeito residual do produto químico para a lavoura sucessora, rendimento da máquina na operação mecânica, entre outros.

### 5.3 Análise do modelo de planejamento com PL

Nessa seção estão organizados, em duas partes, os resultados do modelo de otimização dos fatores de produção capaz de auxiliar no planejamento agrícola da propriedade representativa de Mato Grosso. Na primeira subseção, avalia-se a maximização da margem bruta (utilizada como *proxy* do resultado econômico) da propriedade representativa com duas safras no ano agrícola. A avaliação utiliza a função objetiva da equação (20) e suas restrições das equações (21) a (25). Em seguida, minimiza-se a função objetivo, equação (26), com o desvio absoluto total da margem bruta (risco) da empresa. Os resultados foram organizados para compreender o risco assumido para diferentes usos da área de cultivo e a fronteira eficiente da propriedade representativa na alocação dos recursos num universo das variáveis risco e retorno (margem bruta).

#### 5.3.1 Planejamento agrícola da propriedade representativa com dupla safra

##### a) Planejamento agrícola em Sorriso sem risco

Esse cenário considera os dados primários coletados entre as safras 2000/01 e 2009/10, sem a intervenção do governo no preço do produto quando a rentabilidade do produtor for negativa. O modelo teórico de Sorriso procura maximizar a alocação do uso da terra para os 1.300 hectares de área disponíveis com o cultivo de soja precoce ( $X_1$ ) e soja normal ( $X_2$ ) na primeira safra e com o milho na segunda safra ( $X_3$ ).

Com os dados médios (2000/01 a 2009/10) da propriedade representativa, obteve-se o valor ótimo sujeito à disponibilidade de área de uso agrícola (equação (21)), à disponibilidade de hora máquinas para semeio (equação (22)) e colheita (23), o fluxo de caixa (24) e restrição de agrônômica (25).

Na Tabela 5.2 tem-se o bloco de análise de sensibilidade associado ao intervalo de variação dos coeficientes da função objetivo. O resultado revelou que a margem bruta da soja precoce permite a redução de até R\$ 10,90/ha e o acréscimo até o infinito na margem bruta, dando intervalo mínimo de R\$ 263,12. Por sua vez, a margem bruta máxima assume qualquer valor superior a R\$ 274,02 para obter a solução ótima e não registrar alteração na alocação de área de cultivo da propriedade. No caso da soja normal, para o acréscimo na margem bruta em até R\$ 10,90/ha ou decréscimo de R\$ 263,12/ha – que equivale ao intervalo compreendido

entre R\$ 49,11 e R\$ 323,13 –, a solução ótima, em termos de níveis produção de cada produto, continuará inalterada. Para o milho, o coeficiente da função objetivo permite o acréscimo de R\$ 263,12/ha ou a redução de até R\$ 10,90. O intervalo vai de R\$ 38,21 a R\$ 312,23/ha, sendo que o resultado da distribuição do uso da terra da propriedade permanecerá o mesmo.

Tabela 5.2 – Análise de sensibilidade do planejamento ótimo da propriedade de Sorriso – MT, em R\$/ha.

Variáveis	Intervalo de variação dos coeficientes da função objetivo (OBJ COEFFICIENT RANGES)			Intervalo	
	Coeficiente Margem bruta	Acréscimo permitido	Decréscimo permitido	Mínimo	Máximo
SP	274,02	Infinito	10,9	263,12	Solução ótima
SN	312,23	10,90	263,12	49,11	323,13
MS	49,11	263,12	10,90	39,21	312,23

Fonte: Dados da pesquisa

Em havendo a necessidade de o produtor aumentar o nível de segurança frente à produção inicial por conta da oscilação de mercado, a Tabela 5.2 indica a faixa de individuais de oscilação de variação do coeficiente da função objetivo, sem alterar a solução ótima do uso do solo – o valor da função objetivo associado ao lucro, porém, será alterado.

Atualmente, na região de Sorriso, constata-se que diversos produtores buscam a intensificação do uso do solo, combinando a produção de soja precoce e milho segunda safra.

#### b) Planejamento agrícola em Sorriso em condição de risco

O planejamento ótimo da propriedade agrícola com risco foi obtido por meio da inclusão do desvio absoluto total da margem bruta da propriedade. Nessa segunda etapa da análise do resultado, minimiza-se o desvio absoluto total da margem bruta da propriedade (equação (26)). O lucro máximo da propriedade rural, então, se torna restrição do problema em questão ((27)).

Conclui-se que a propriedade representativa maximiza o uso dos fatores de produção quando aloca 1.000 ha (76,92%) do total da área de cultivo com soja precoce e 300 ha (23,08%) com soja normal na primeira safra e 1.000 ha (76,92%) com milho segunda safra (Tabela 5.3). Com essa combinação, que assume o lucro máximo de R\$ 416.799, o agricultor está exposto ao risco de R\$ 64.430,11. Isso significa que a decisão do produtor de planejar a

produção agrícola com máximo lucro na propriedade implica em assumir o risco de perder R\$ 64.430,11 em relação à margem bruta média da propriedade, que equivale a 15,46% da margem bruta.

Contudo, o planejamento de produção agrícola com o máximo lucro nem sempre é possível de ser realizado. Mesmo com a disponibilidade de máquinas e equipamentos para efetuar todo o semeio e a colheita, adversidades climáticas, como falta ou excesso de chuvas, podem limitar as operações mecânicas nas lavouras de soja precoce e milho. Vale ressaltar que, para propriedades com dupla safra, é fundamental que haja simultaneidade de operação mecânica entre plantio e colheita.

O clima afeta ainda o desenvolvimento da lavoura. As cultivares precoces, por exemplo, são mais sensíveis à seca. Assim, num cenário de veranico (cessação das chuvas durante intervalo prolongado no verão), a planta de ciclo curto tende a abortar as flores e diminuir o número de grãos por vagem ou espiga. Mesmo depois de uma regularização pluviométrica, ela tem um período muito curto para se recuperar, provocando quedas de produção. Quanto ao milho, a falta de chuva entre o desenvolvimento e o enchimento do grão reduz o ganho de peso do produto, resultando em um menor rendimento.

Como medida para amenizar o risco climático e seus efeitos sobre as lavouras, produtores buscam diferentes estratégias nas alocações de área de cultivo, cujo objetivo é assegurar uma maior margem bruta para a propriedade. Para determinar os diferentes tipos de planejamentos agrícolas, subtrai-se R\$ 500 da margem bruta média da propriedade do modelo teórico, reduzindo a área de cultivo de soja precoce e milho e ampliando a de soja normal. No primeiro choque, tem-se a margem bruta da propriedade máxima de R\$ 466.299, com uso da área agrícola de 953,13 ha para soja precoce e 345,87/ha para soja normal na primeira safra e de 954,13 ha com milho segunda safra. Nesse cenário, o produtor assume o risco de até R\$ 63.950,17 na safra, o que representa 15,36% da margem bruta média (Tabela 5.3).

O modelo de planejamento agrícola com menor exposição ao risco ocorre quando o produtor opta por ganhar uma margem bruta da propriedade máxima ao valor próximo de R\$ 407.299 na safra, alocando 128,44 ha da área de cultivo com soja precoce, 1.171,56 ha com soja normal (primeira safra) e 128,44 ha com milho segunda safra. Esse cenário corresponde a um risco de R\$ 56.320,11 na safra, ou 13,83% da margem bruta (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Resultado do planejamento ótimo da propriedade representativa de Sorriso-MT

Uso de área agrícola no verão (ha)	Área de cultivo - ha			Margem Bruta média da Propriedade – R\$	Soma do desvio total – R\$	Desvio negativo médio da margem bruta – R\$	Risco
	SP	SN	MS				
1300	1000	300	1000	416.799,00	1.159.742,00	64.430,11	15,458%
1300	954	346	954	416.299,00	1.151.103,00	63.950,17	15,362%
1300	908	392	908	415.799,00	1.142.464,00	63.470,22	15,265%
1300	862	438	862	415.299,00	1.133.825,00	62.990,28	15,167%
1300	817	483	817	414.799,00	1.125.186,00	62.510,33	15,070%
1300	771	529	771	414.299,00	1.116.547,00	62.030,39	14,972%
1300	725	575	725	413.799,00	1.107.908,00	61.550,44	14,874%
1300	679	621	679	413.299,00	1.099.269,00	61.070,50	14,776%
1300	633	667	633	412.799,00	1.090.630,00	60.590,56	14,678%
1300	587	713	587	412.299,00	1.081.991,00	60.110,61	14,579%
1300	541	759	541	411.799,00	1.073.352,00	59.630,67	14,481%
1300	495	805	495	411.299,00	1.066.714,00	59.261,89	14,408%
1300	450	850	450	410.799,00	1.060.096,00	58.894,22	14,337%
1300	404	896	404	410.299,00	1.053.478,00	58.526,56	14,264%
1300	358	942	358	409.799,00	1.046.861,00	58.158,94	14,192%
1300	312	988	312	409.299,00	1.040.243,00	57.791,28	14,120%
1300	266	1034	266	408.799,00	1.033.625,00	57.423,61	14,047%
1300	220	1080	220	408.299,00	1.027.007,00	57.055,94	13,974%
1300	174	1126	174	407.799,00	1.020.389,00	56.688,28	13,901%
1300	128	1172	128	407.299,00	1.013.771,00	56.320,61	13,828%

Legenda: SP: Soja Precoce, SN: Soja Normal, MS: Milho segunda safra.

Fonte: Dados de Pesquisa

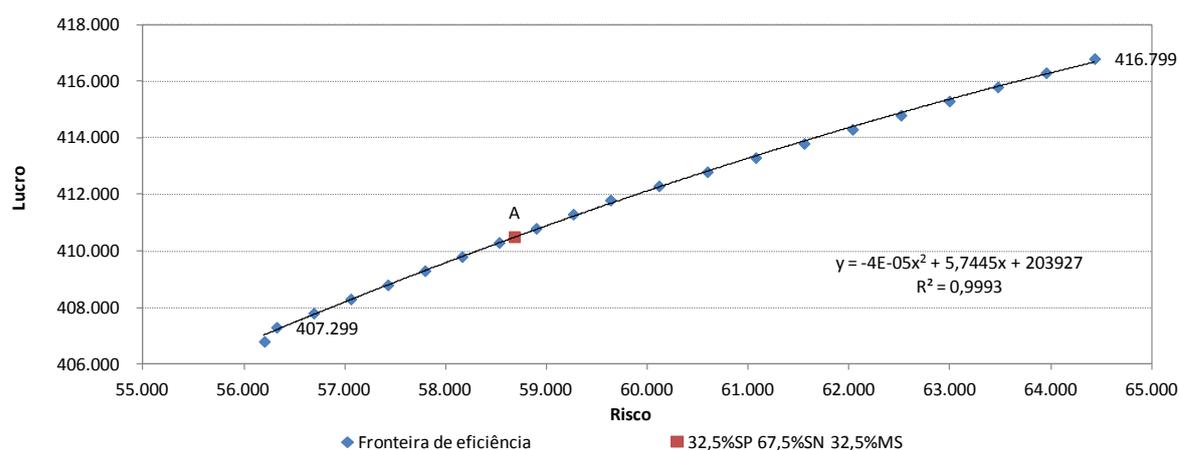
Durante os seis anos de coleta de informações, observou-se o avanço da área de milho no sistema de produção. Essa intensificação tem elevado o risco da propriedade, fator ainda desconhecido por muitos produtores. A Figura 5.109 apresenta a curva de fronteira de eficiência da propriedade representativa de Sorriso-MT, englobando as opções de substituição de renda por risco para o planejamento agrícola.

O ponto A refere-se à alocação média da área de cultivo entre as safras 2004/05 e 2009/10 – foram 32,5% com soja precoce e 67,5% com soja normal na primeira safra e outros 32,5% com milho na segunda safra. Esse sistema de produção assume um risco (semi soma dos desvio absoluto) de R\$ 58.676,72, correspondentes a 14,29% da margem bruta da propriedade.

Pela curva de fronteira de eficiência da propriedade de Sorriso, pode-se extrair a taxa de aversão ao risco para as alternativas de planejamento agrícola. O ponto A é o espaço geométrico que a curva de função de utilidade tangencia a curva da função quadrática. O

valor da taxa de aversão ao risco se refere ao espaço geométrico dado pelo risco medido pela semi soma dos desvios absolutos com relação à média e pelo retorno médio com o margem bruta. A alocação média das seis safras no planejamento agrícola tem uma taxa de aversão ao risco de 1,0504, que se trata da quantidade requerida pelo produtor em adicionar R\$ 1,0504 na margem bruta média para cada unidade de risco (Figura 5.109).

Figura 5.109 – Curva de fronteira de eficiência da propriedade rural em Sorriso-MT.



Legenda: SP: Soja Precoce, SN: Soja Normal, MS: Milho segunda safra

Fonte: Dados de pesquisa

Na curva de fronteira de eficiência, a linha de tendência quadrática se apresenta bem ajustada com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 99,93% (Figura 5.109). A curva confirmou a eficiência da prática dos produtores da safra 2004/05 a 2009/10 no sentido de minimizarem o risco para determinado nível de renda ou, alternativamente, maximizarem a renda por determinado nível risco, o que é por definição a própria curva de fronteira eficiente.

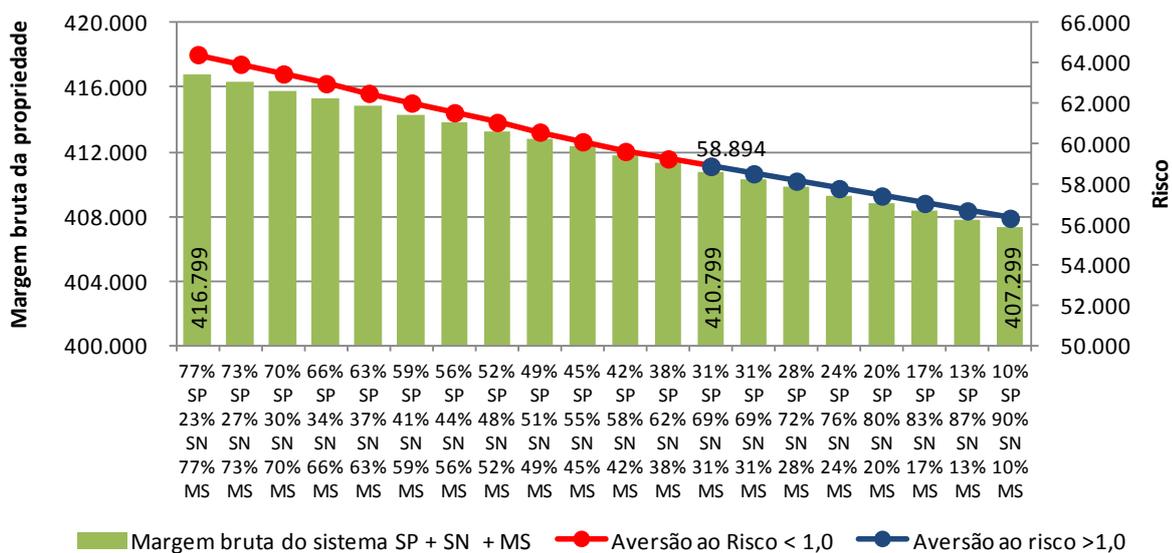
A Figura 5.110 traz as opções de alocação da área de cultivo dos produtos agrícolas da propriedade representativa, em porcentagem, em relação aos diversos patamares de lucros e riscos. O resultado do modelo teórico sugere um sistema de produção combinando soja precoce, soja normal e milho em diferentes proporções.

O planejamento agrícola ótimo apontou o cultivo de máximo lucro e risco, quando se opta por alocar a maior parte da área de produção com a soja precoce na primeira safra e o milho na segunda temporada. Por outro lado, o risco vai se reduzindo quando se aloca a maior parte da área de cultivo com a soja normal. Na Figura 5.110 observa-se que há dois grupos de planejamento de produção agrícola dentro de um mesmo sistema de produção da propriedade representativa de Sorriso.

O primeiro grupo refere-se ao intervalo entre a margem bruta de R\$ 411.799 e R\$ 416.799 em condição de risco de 59.630,67 e 64.430,11. Quanto ao planejamento agrícola do uso da área agrícola, a alocação compreende entre 41,6% e 76,9% de soja precoce e de 23,1% a 58,4% de soja normal na primeira safra. No caso do milho, a área varia entre 41,6% e 76,9% na segunda safra. Esse grupo reúne as opções de planejamento agrícola com taxa de aversão ao risco menor que 1, o que significa que a quantidade de renda requerida pelo produtor é menor que uma unidade de risco. Nesse grupo, a medida que decide buscar a margem bruta máxima torna-se indiferente à taxa de aversão ao risco.

O segundo grupo trata-se do intervalo entre a margem bruta média de R\$ 407.299 e R\$ 410.799 em condição de risco de R\$ 56.320,61 a R\$ 58.894,22. No caso do intervalo de planejamento agrícola, ele aloca a área de cultivo entre 9,9% e 34,6% de soja precoce e de 65,4% a 90,1% de soja normal na primeira safra. No caso do milho, a área também varia entre 9,9% e 34,6% de milho na segunda safra. Esse grupo agrupa as opções de planejamento agrícola com taxa de aversão ao risco maior que 1 (Figura 5.110).

Figura 5.110 – Comportamento da margem bruta da propriedade rural e risco em relação a diferentes planejamentos de alocação de produto na área de cultivo na propriedade representativa de Sorriso-MT.



Legenda: SP: Soja Precoce, SN: Soja Normal, MS: Milho segunda safra

Fonte: Dados de pesquisa

A diferença entre os dois grupos está no risco que o produtor se dispõe a assumir. No primeiro grupo, as opções de planejamento agrícola permitem intensificar o uso da terra,

máquinas e mão de obra, proporcionado um aumento na escala de produção e uma redução do custo fixo da propriedade. Contudo, a taxa de aversão ao risco desse grupo é menor que 1, ou seja, na medida em que o produtor intensifica o uso da terra com soja precoce e milho segunda safra, maior é o retorno, mas em condição de alto risco.

No segundo grupo, as alternativas de alocação de área de cultivo maximizam o uso dos fatores de produção, a uma taxa de aversão maior que 1. Isso mostra que, conforme se reduz o sistema de produção da soja precoce e milho segunda safra, o risco da propriedade representativa diminui.

Mas, desde a safra 2008/09, os produtores vêm intensificando o uso da terra e buscando combinações acima da média praticada nas últimas seis temporadas. Nos resultados, o modelo mostrou que a estratégia de elevar a área de milho na segunda safra implica em assumir um risco relativamente alto. Ao mesmo tempo, pode ser contornado se os preços do milho aumentarem via, por exemplo, melhorias na infraestrutura, desenvolvimento regional de agroindústria, ampliação da venda antecipada do milho e cultivares resistentes à seca, pragas e doenças.

O modelo de planejamento agrícola com dupla safra em condição de risco para Sorriso apontou que o sistema de produção com 76,9% de soja precoce e 23,1% de soja normal na área de cultivo na primeira safra e 76,9% de milho na segunda safra assume o maior risco. Por outro lado, a área de produção com predomínio de soja normal (90%) e soja precoce (10%) assume menor risco. Além disso, a diversificação da área de cultivo com soja precoce e normal na primeira safra e milho na segunda temporada mostrou-se uma alocação interessante, mas a decisão dependerá do quanto de risco o produtor está disposto a assumir. No planejamento agrícola com a opção de diminuir soja precoce e milho no sistema de produção, registra-se uma queda da margem bruta e do risco.

### c) Planejamento agrícola em Campo Novo do Parecis sem risco

Esse cenário adota os dados primários coletados entre as safras 2000/01 e 2009/10, sem a intervenção do governo no preço do produto quando a rentabilidade do produtor for negativa na safra. O modelo teórico de Campo Novo do Parecis procura maximizar a alocação do uso da terra para os 2.400 ha disponíveis, com o cultivo de soja precoce ( $X_1$ ), soja normal ( $X_2$ ) e algodão ( $X_4$ ) na primeira safra e com o milho na segunda safra ( $X_3$ ).

Na Tabela 5.4 tem-se o bloco de análise de sensibilidade associado ao intervalo de variação dos coeficientes da função objetivo da região de Campo Novo do Parecis. O resultado mostra que o acréscimo da margem bruta da soja precoce (SP) em até R\$ 18,36/ha ou decréscimo de R\$ 25,54/ha – que equivale ao intervalo compreendido entre R\$ 188,98 e R\$ 232,88 – não altera a solução ótima encontrada. No caso da soja normal (SN), que permite o acréscimo de R\$ 25,54 ou redução de R\$ 18,36/ha na margem bruta (intervalo mínimo de R\$ 214,52 e o máximo de R\$ 258,42), a solução ótima continua a mesma. Para o algodão (ALG), o coeficiente da função objetivo permite o acréscimo até o infinito ou a redução até R\$ 253,72/ha; logo, o intervalo situa-se entre R\$ 232,88/ha e qualquer valor superior a R\$ 583,60/ha, em que o resultado da distribuição do uso da terra da propriedade permanecerá o mesmo. Para o milho, os dados permitem o acréscimo até infinito ou decréscimo de R\$ 25,54, intervalo de R\$ 18,36 e qualquer valor superior a R\$ 43,90/ha. Nesses casos, a solução ótima não se alterará.

Tabela 5.4 – Análise de sensibilidade do planejamento ótimo da propriedade de Campo Novo do Parecis – MT, em R\$/ha.

Variáveis	Intervalo de variação dos coeficientes da função objetivo (OBJ COEFFICIENT RANGES)				
	Coeficiente Margem bruta	Acréscimo permitido	Decréscimo permitido	Intervalo Mínimo Máximo	
SP	214,52	18,36	25,54	188,98	232,88
SN	232,88	25,54	18,36	214,52	258,42
ALG	583,60	INFINITY	350,72	232,88	> 583,60
MS	43,90	INFINITY	25,54	18,36	> 43,90

Legenda: SP: Soja Precoce, SN: Soja Normal, ALG: Algodão e MS: Milho segunda safra

Fonte: Dados da pesquisa

O modelo teórico de planejamento agrícola da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis mostrou a alocação ótima de produção nos 2.400 ha com a soja precoce, soja normal e algodão na primeira safra e com milho na segunda safra. Nesse planejamento agrícola, a margem bruta média máxima ficou em R\$ 754.260,77, distribuídos em 1.500 ha com soja precoce, 452,2 ha com soja normal e 447,8 ha de algodão na primeira safra. Na segunda temporada, 1.500 ha são ocupados com milho. Esse modelo, porém, não considera as restrições ao risco

d) Planejamento agrícola em Campo Novo do Parecis com risco

O planejamento ótimo da propriedade agrícola com risco foi obtido por meio da inclusão do desvio absoluto total da margem bruta da propriedade de Campo Novo do Parecis. Nessa segunda parte da análise do resultado, minimiza-se o desvio absoluto total da margem bruta da propriedade, de modo que a equação do lucro máximo da propriedade rural se torna restrição do problema em questão.

O modelo teórico gerou um planejamento agrícola com o máximo de lucro de R\$ 754.260,77 a uma exposição ao risco de R\$ 122.252,78 na safra, o que equivale assumir uma perda de 16,21% em relação à margem bruta média. Para determinar a curva de opção de planejamento agrícola para diferente patamar de margem bruta e risco, reduz-se da máxima margem bruta média o valor escalar de R\$ 10.000. Nesse primeiro choque, o uso da terra no modelo de planejamento agrícola sugere a alocação de 1.370,13 ha da área total de cultivo com a soja precoce, 601,16 ha com a soja normal e 428,7 ha com o algodão na primeira safra. Na segunda safra, a área seria ocupada com 1.370,13 ha de milho. Com esse sistema de produção, a margem bruta da propriedade fica em R\$ 744.260,77, com risco de perda de R\$ 118.417,89, que representa 15,91% do valor da margem bruta média (Tabela 5.5). Assim, observa-se diminuição da área de soja precoce e do milho, ampliação da área de soja normal e manutenção da área de algodão no sistema de produção da propriedade representativa.

Ao reduzir novamente R\$ 10.000 da margem bruta média, o resultado do modelo de planejamento agrícola mostrou que a soja precoce retoma a ocupação de 1.500 ha (62,5% da área de cultivo), enquanto a soja normal ocupa 537,8 ha (22,4%) e o algodão, 362,2 ha (15,1%), na primeira safra. Para o milho na segunda safra, seriam destinados 1.500 ha (62,5%). Esse sistema de produção motiva uma margem bruta média de R\$ 724.260,77, em condição de risco de R\$ 114.236,44. Conforme se reduz a margem bruta no modelo, observa-se a substituição da área de cultivo de algodão pela soja e milho. Mas, as áreas de cultivo com a soja precoce e o milho segunda safra acabam tornando-se constantes, pois existem restrições nas horas máquinas disponíveis para colher a soja precoce e semear o milho. Com isso, o modelo transfere a área de algodão para a soja normal, provocando diminuição no risco e na margem bruta da propriedade. Para o último planejamento agrícola com a presença do algodão, o modelo sugere a alocação de 1.500 ha (62,5%) da área de cultivo, 879,93 ha (36,7%) de soja normal e 20,07 ha (0,8%) de algodão na primeira safra e 1.500 ha (62,5%) de

milho na segunda safra. Esse sistema de produção motiva uma margem bruta média de R\$ 604.260,77 em condição de risco de R\$ 90.353,56; a possibilidade de perder representa 14,95% da margem bruta média.

Tabela 5.5 – Resultado do planejamento ótimo da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis - MT

Uso de área agrícola no verão – ha	Área de cultivo - ha				Margem Bruta média da Propriedade – R\$	Soma do desvio total – R\$	Desvio negativo médio da margem bruta – R\$	Risco
	SP	SN	ALG	MS				
2400	1500	452	448	1500	754.260,77	2.200.550,00	122.252,78	16,21%
2400	1370	601	429	1370	744.260,77	2.131.522,00	118.417,89	15,91%
2400	1466	540	393	1466	734.260,77	2.093.015,00	116.278,61	15,84%
2400	1500	538	362	1500	724.260,77	2.056.256,00	114.236,44	15,77%
2400	1500	566	334	1500	714.260,77	2.020.431,00	112.246,17	15,72%
2400	1500	595	305	1500	704.260,77	1.984.607,00	110.255,94	15,66%
2400	1500	623	277	1500	694.260,77	1.948.783,00	108.265,72	15,59%
2400	1500	652	248	1500	684.260,77	1.912.958,00	106.275,44	15,53%
2400	1500	680	220	1500	674.260,77	1.877.134,00	104.285,22	15,47%
2400	1500	709	191	1500	664.260,77	1.841.310,00	102.295,00	15,40%
2400	1500	737	163	1500	654.260,77	1.805.485,00	100.304,72	15,33%
2400	1500	766	134	1500	644.260,77	1.769.661,00	98.314,50	15,26%
2400	1500	794	106	1500	634.260,77	1.733.837,00	96.324,28	15,19%
2400	1500	823	77	1500	624.260,77	1.698.012,00	94.334,00	15,11%
2400	1500	851	49	1500	614.260,77	1.662.188,00	92.343,78	15,03%
2400	1500	880	20	1500	604.260,77	1.626.364,00	90.353,56	14,95%

Legenda: SP: Soja Precoce, SN: Soja Normal, ALG: Algodão e MS: Milho segunda safra

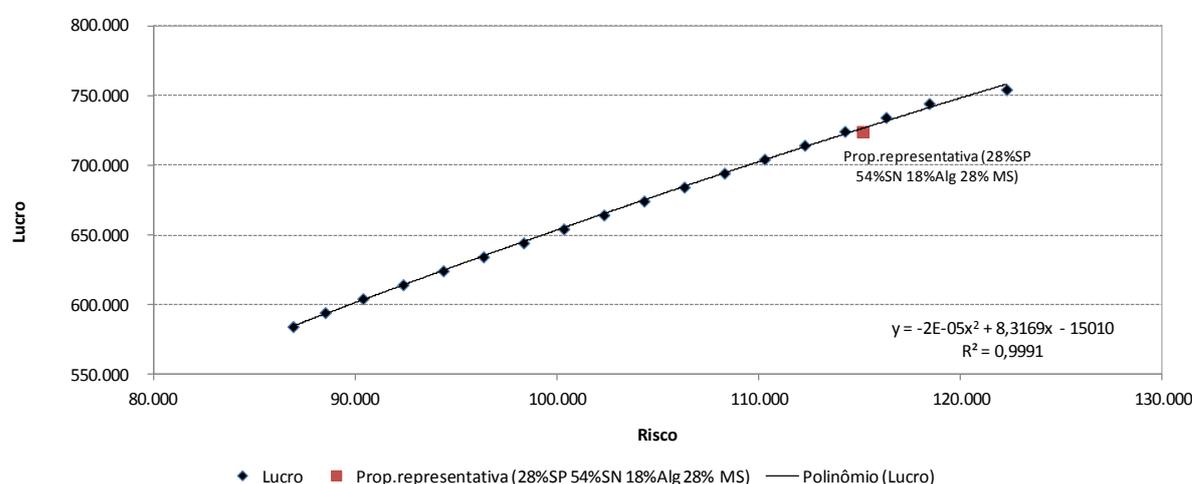
Fonte: Dados da pesquisa

Embora o modelo de planejamento proposto aceite um sistema de produção com uma área de algodão de até 20,07 ha, essa condição não remuneraria o custo fixo da máquina e o retorno investido. A cotonicultura exige um alto investimento na aquisição de ativos específicos, como colhedoras de fibras e outros implementos (prensa, carreta de transporte e *bass boy*). Isso leva muitas vezes o produtor a maximizar o uso da terra e das máquinas para saldar compromissos financeiros, mesmo que o sistema de produção acabe sendo exposto à uma maior taxa de risco.

Os diversos resultados gerados pelo modelo foram organizados na Figura 5.111 e possibilitam visualizar em qual trecho da curva de eficiência a propriedade representativa se

encontra com o seu planejamento. Nas últimas seis safras (2004/05 a 2009/10), o produtor de Campo Novo do Parecis alocou 28,1% da área de cultivo com soja precoce, 54,3% com soja normal e 17,6% com algodão na primeira safra e 28,1% com milho na segunda safra. Esse sistema de produção assume um risco de R\$ 115.120 – que é 15,89% da margem bruta da propriedade (R\$ 724.036,30). A partir da curva de fronteira de eficiência da propriedade de Campo Novo do Parecis extrai-se a taxa de aversão ao risco para as alternativas de planejamento agrícola. Assim, a alocação média das seis safras no planejamento agrícola tem uma taxa de aversão ao risco de 3,712, que se trata da quantidade requerida pelo produtor em adicionar R\$ 3,712 na margem bruta média para cada unidade de risco.

Figura 5.111 - Curva de fronteira da propriedade rural em Campo Novo do Parecis -MT



Fonte: Dados da pesquisa

Na curva de fronteira de eficiência, a linha de tendência quadrática se apresenta bem ajustada com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 99,91%. A curva mostrou que a prática adotada pelos produtores de Campo Novo do Parecis entre as safras 2004/05 e 2009/10 foi eficiente no sentido de minimizar o risco para determinado nível de renda.

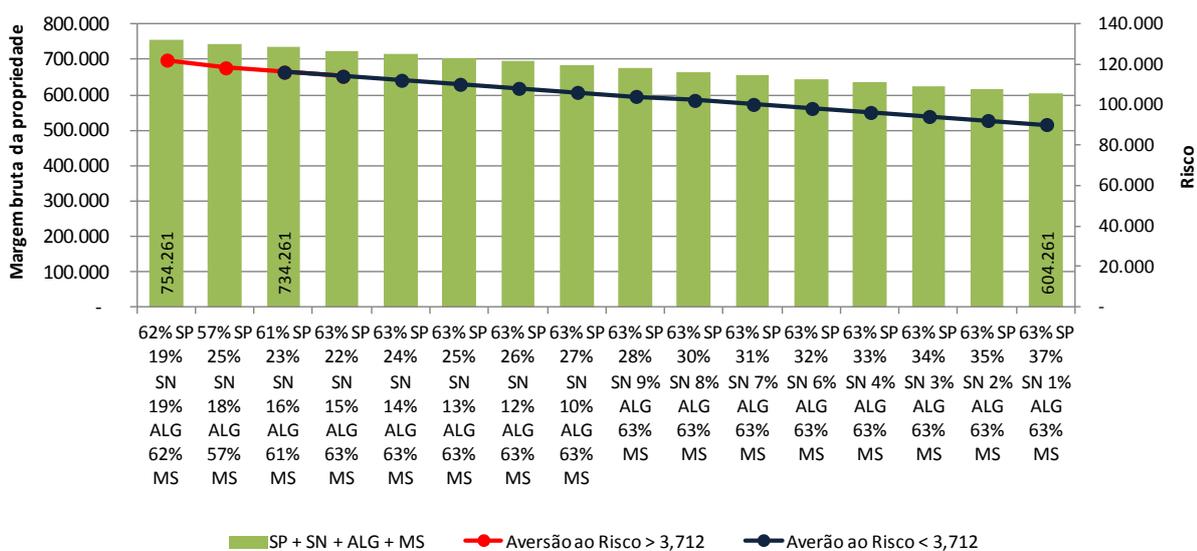
Na Figura 5.112 observa-se a alocação ótima da área de cultivo dos produtos da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis. O modelo teórico revelou um único grupo de sistema de produção alocando soja precoce (SP), soja normal (SN) e algodão (ALG) na primeira safra e milho (MS) na segunda safra.

O primeiro grupo corresponde a um intervalo pequeno na Figura 5.112, visto que o modelo não direcionou toda área de cultivo para o algodão por conta da restrição da

disponibilidade de máquina de colheita. A margem bruta média varia de R\$ 734.260,77 e R\$ 754.260,77, em condição de risco de 116.278,61 e 122.252,78. Na ordem do risco crescente, a estrutura do uso do solo a área de cultivo fica com 61,1% de soja precoce, 22,5% de soja normal, 16,4% de algodão na primeira safra e 61,1% de milho na segunda safra. No outro extremo ( máxima margem bruta), a área fica distribuída em 62,5% com soja precoce, 18,8% com soja normal, 18,7% com algodão na primeira safra e 62,5% com milho na segunda safra. Esse intervalo de planejamento assume risco a taxa de aversão ao risco de 3,427 a 3,666.

O segundo grupo está no intervalo entre a margem bruta média de R\$ 604.260,77 e R\$ 724.260,77, em condição de risco de 90.353,56 e 114.236,44. Nesse trecho, o planejamento agrícola abrange várias combinações do uso de solo. Em ordem crescente de risco, a área de cultivo fica ocupada com 62,5% de soja precoce, 36,7% de soja normal, 0,8% de algodão na primeira safra e 62,5% de milho na segunda safra. No extremo do intervalo, a área fica distribuída com 62,5% de soja precoce, 23,6% de soja normal, 13,9% de algodão na primeira safra e 62,5% de milho na segunda safra. Logo, observa-se que, na medida em que se aumenta a participação do algodão no sistema de produção, o risco sistema de produção da propriedade também cresce. Esse intervalo de planejamento assume risco, e a taxa de aversão ao risco varia de 3,747 e 4,703.

Figura 5.112 - Comportamento da margem bruta da propriedade rural e risco da composição de produto em Campo Novo do Parecis - MT.



Fonte: Dados da pesquisa

A decisão de se tomar um risco de investimento na atividade econômica varia de acordo com o perfil empreendedor. A Figura 5.111 apresenta a curva de fronteira de eficiência da propriedade representativa de Campo Novo do Parecis – MT. Ela permite que o produtor entenda o quanto assume de risco para uma determinada decisão na alocação da área de cultivo no planejamento agrícola. O sistema de produção praticado na propriedade representativa de Campo Novo de Parecis está muito próximo da curva de eficiência (Figura 5.111), na medida em que procurou maximizar o uso dos fatores de produção nas últimas seis safras (2004/05 a 2009/10).

No entanto, com a queda da margem bruta do algodão, produtores estão modificando o sistema de produção. Durante o levantamento dos dados na safra 2009/10, cotonicultores iniciaram mudanças para produzir a pluma adensada e com espaçamento de 76 cm, ambas como opção de segunda safra. Essas duas formas de produção não foram testadas no modelo pesquisado, pois os valores e as informações encontravam-se desconhecidas. Mas, a sua inclusão no sistema de produção tem se mostrado uma opção interessante na renda da propriedade.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos propostos por esta tese apresentaram resultados finais bastante satisfatórios. O modelo de apoio à tomada de decisão, voltado ao planejamento agrícola para a propriedade agrícola com multinegócio em condição de risco, foi avaliado a partir de propriedades representativas em Sorriso (MT) e Campo Novo do Parecis (MT).

O processo de construção do modelo de planejamento da produção da propriedade representativa com único produto e multiprodutos na primeira safra permitiu entender a forma de organização da produção agrícola na temporada. Essa forma de organização – o que plantar e quando plantar nas duas safras anuais ou dupla safra não estava adequadamente descrito na literatura técnica brasileira sobre o assunto. Para a soja, foram sugeridas duas formas de cultivo, distintas pelo ciclo de produção: a precoce (ciclo entre 100 e 110 dias) e a normal (ciclo de produção entre 110 e 120 dias). Essa divisão permite ao produtor intensificar o uso da terra com a inclusão do milho na segunda temporada. Ao mesmo tempo, a inclusão de mais um produto na primeira safra torna mais complexa a sistematização do planejamento agrícola, tendo em vista que os produtos concorrem pela área, e a decisão de quanto alocar para cada área de cada produtor depende do resultado econômico e do risco que o produtor aceita assumir.

Os resultados econômicos encontrados neste trabalho revelaram que os produtores de Mato Grosso comercializam boa parte da soja e do algodão antecipadamente, com outra parcela sendo negociada após a colheita. A venda antecipada participou, na média da receita das seis safras (2004/05 a 2009/10), com 61,67% para Sorriso e 53,33% para Campo Novo do Parecis, significando menor presença do governo no financiamento agrícola. O capital próprio ficou em 21,67% para Sorriso e em 17,5% para Campo Novo do Parecis. Os demais valores dos recursos necessários para o planejamento agrícola originaram-se em empréstimos realizados em banco público.

O custo por processo de produção da soja apresentou mudanças significativas na região de Sorriso. Correção do solo e dessecação de plantas daninhas eram práticas agrícolas comuns nas safras 2004/05 e 2006/07. Mas, a partir da safra 2007/08, os produtores iniciaram a aplicação de fertilizantes no preparo do solo, ampliando o rendimento de semeio e permitindo o plantio de milho em uma área maior na segunda safra. A prática, porém, não é observada em Campo Novo do Parecis, onde os produtores ainda optam pela aplicação do adubo na linha do semeio.

No caso do milho, os produtores de Sorriso deixaram de aplicar fertilizantes na safra 2009/10, provocando mudanças nos processos dos tratos culturais e semeio. O mesmo não aconteceu na propriedade representativa de Campo Novo do Parecis, que mantém a aplicação de fertilizantes no semeio. No período avaliado, verificou-se o aumento no custo da semente e a introdução de fungicida no trato cultural nas duas propriedades. O maior custo com a semente se deve aos investimentos com o insumo de melhor performance tecnológica. A presença do fungicida ocorre pela resposta positiva que o insumo tem motivado no controle de fungo foliar e a redução de grão ardido na colheita.

O algodão, por sua vez, não apresentou mudança no processo de produção para primeira safra, exceto a introdução da fibra como opção de segunda safra para reduzir aplicação de defensivos agrícolas no trato cultural.

Na análise do custo de produção e da rentabilidade das propriedades representativas de Sorriso e Campo Novo do Parecis, verificou-se que a diversificação com mais de uma cultura nem sempre proporciona resultados positivos. A força exógena ao item de controle da propriedade como condição climática, estrutura de mercado, taxa de câmbio, especificidades do produto e situação econômica mundial podem influenciar de forma importante o desempenho da atividade. A rentabilidade da soja e do algodão é mais influenciada por fatores externos do que a do milho. O câmbio, por exemplo, gera dois efeitos, podendo tornar o produto mais competitivo no âmbito internacional com a desvalorização ou encarecer o custo de produção com os insumos importados. O desempenho internacional, por sua vez, depende da situação econômica, que reflete nos preços médios externos. Essas duas variáveis favoreceram a produção brasileira de soja e algodão nos últimos anos, principalmente com a ascensão econômica da China. Já o milho tem aumentado a sua participação no sistema de produção de Mato Grosso, mesmo com rentabilidades negativas ou próximas de zero nas duas localidades pesquisadas. Os produtores justificam que a presença do milho no sistema de produção são para melhorar o fluxo de caixa da propriedade e proporcionar ganhos agrônômicos como aumento da fertilidade do solo, redução de doenças, pragas e plantas daninhas, além da própria rotação de cultura.

A análise do fluxo de caixa constatou os movimentos financeiros realizados pelos produtores no período da safra. Em Sorriso, o desembolso ocorre em dois momentos, para pagar o compromisso da soja no mês de abril e para arcar com as despesas relacionadas à produção de milho nos meses de novembro e dezembro. A obtenção da receita, por sua vez, se dá de três formas diferentes: pela venda da soja precoce entre dezembro e janeiro, pela comercialização da soja normal de abril a agosto, podendo se estender até outubro e, por

último, pela venda de milho entre julho e setembro, com possibilidade de ampliar até dezembro. Em Campo Novo do Parecis, houve três picos de desembolsos, sendo o primeiro para pagar os compromissos da soja no mês de abril, o segundo entre julho e setembro para o algodão e em novembro e dezembro para o milho. No mercado físico, a entrada de receita bruta ocorre na venda da soja precoce entre dezembro e janeiro, a comercialização da soja normal, entre fevereiro e julho, e o algodão e milho, entre junho e outubro. A venda antecipada acontece ao longo do ano – não existe uma regra, pois depende do valor do contrato futuro.

A complexidade da sistemática de produção agrícola permitiu encontrar modelos de planejamento agrícolas com duplas safras para Sorriso e Campo Novo do Parecis. Em Sorriso, o modelo mostrou que o sistema composto por 76,9% de soja precoce e 23,1% de soja normal na área de cultivo na primeira safra e 76,9% de milho na segunda safra obtém maior margem bruta e risco. Por outro lado, a área predominada por soja normal (90%) e soja precoce (10%) assume menor risco. Além disso, a diversificação da área de cultivo com soja precoce e normal na primeira safra e milho na segunda temporada mostrou-se uma alocação interessante para o produtor, embora essa decisão dependa do quanto de risco ele está disposto a assumir. No planejamento agrícola com a opção de diminuir soja precoce e milho no sistema de produção, registra-se uma redução da margem bruta e do risco.

Em Campo Novo do Parecis, obtém-se o valor máximo de margem bruta média quando a área total de cultivo fica ocupada com 62,5% de soja precoce, 18,8% de soja normal e 18,7% de algodão na primeira safra e 62,5% de milho na segunda temporada. À medida que reduz o uso da área de cultivo com o algodão na estrutura produtiva, protege-se a propriedade representativa da exposição ao risco. Nesse caso, o sistema de produção com multiproduto não significou a redução do risco da propriedade rural, pois a adição de um produto particular na carteira de produção acabou gerando um custo específico – *sunk cost*. Assim, para tornar viável o sistema de produção da propriedade, busca-se maximização do uso das máquinas e equipamentos específicos, o que acaba penalizando o desempenho dos demais produtos. A decisão de alocar o uso da terra com esse produtos deve remunerar o custo oportunidade da soja e milho.

A curva de fronteira de eficiência revelou que as duas propriedades representativas maximizam o uso de seus fatores de produção. Em Sorriso, a alocação média da área de cultivo entre as safras 2004/05 e 2009/10 ficou sobre a curva da fronteira de eficiência, mostrando que o sistema de produção escolhido pelos produtores (32,5% de soja precoce e 67,5% de soja normal na primeira safra e 32,5% de milho na segunda safra) tem maximizado

o uso dos fatores de produção com a taxa de aversão ao risco de 1,05. Em Campo Novo do Parecis, a combinação média da área de cultivo ficou muito próxima da curva de fronteira de eficiência, sinalizando um planejamento agrícola do sistema de produção (28% de soja precoce, 54% de soja normal e 18% de algodão na primeira safra e 28% de milho na segunda safra) com taxa de aversão ao risco de 3,712.

A atividade agropecuária trabalha no mercado de competição perfeita, assim os resultados encontrados sinalizam que o maior beneficiado com os avanços tecnológicos e o aumento da eficiência produtiva na propriedade rural foi a sociedade brasileira. Além disso, a partir do modelo proposto é possível simular os efeitos de políticas públicas do governo e implantá-las quando forem socialmente desejadas.

Para De Zen (2002), o produtor não é indiferente ao risco e, para reduzi-lo, prefere diversificar a área de cultivo. A diversificação tem a finalidade justamente de diminuir a oscilação da receita e compor um fluxo de caixa mais estável. É o que também aponta Vilckas (2004), ao apresentar o caso de produtores de hortaliças que diversificam seus itens para atender aos clientes diretos, agentes intermediários e reduzir o risco de produção.

No entanto, conforme os resultados encontrados para Sorriso e Campo Novo do Parecis, a diversificação de produto nem sempre significa redução de risco. Este trabalho sugere o uso do modelo de planejamento agrícola em condição de risco, enquanto ferramenta para escolher os melhores produtos para compor o conjunto de produção agrícola e, principalmente, para determinar a proporção que traduz em maior retorno e menor risco.

Os maiores desafios e limitações desse trabalho estão ligados à natureza dos dados utilizados pelo modelo. A dificuldade de obter séries longas, especialmente no setor agropecuário brasileiro, se agrava quando o foco são duas novas regiões de produção mato-grossenses, com mudanças nos sistemas produtivos. Este trabalho envolveu seis anos de uma minuciosa coleta de dados em Sorriso e Campo Novo do Parecis, ambas regiões com contribuição expressiva para a produção agrícola brasileira de soja, milho e algodão.

Assim, o trabalho tem na sua série de análise quatro safras retroativas (2000/01 a 2003/05) estimadas a partir do levantamento primário da temporada 2004/05. Enquanto outras seis safras foram coletadas com o questionamento e validação dos valores com os produtores e profissionais locais.

A partir desse trabalho, outros temas de pesquisas serão pesquisados para explicar as mudanças no planejamento agrícola com a introdução do algodão na segunda safra no sistema adensado e com espaçamento de 76 cm; avaliar se a forma de comercialização de venda antecipada do produto agrícola proporciona maior ganho e menor risco no planejamento

agrícola; e avaliar a intensificação do uso do solo com a integração da atividade pecuária e políticas públicas relacionadas à competitividade do setor.

## 7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABDULKADRI, A.; AJIBEFUNB, I.A. Developing Alternative Farm Plans for Cropping System decision making. **Agricultural systems**, v. 56, n. 4, p. 431-442, 1998.

ACKOFF, R.L.; SASIENE, M.W. **Pesquisa operacional**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1979. 513p.

AGNOL, A.D.; ROESSING, A.C., LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H.; OLIVEIRA, A.B. O complexo Agroindustrial da soja brasileira, **Circular Técnica 43**, Empresa Brasileira Agropecuária (EMBRAPA), Londrina, p. 1-12, 2007

ANNETTS, J.E.; AUDSLEY, E. Multiple objective linear programming for environmental farm planning. **Journal of the operational research society**, v. 53, n. 9, p. 933-943, 2002.

ARAÚJO, L.A. **Fronteira de eficiência econômica sob condição de risco: uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas do Sul de Santa Catarina**. 1997. 150 p. Dissertação (Mestre em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

ASHRAF, M.; CHRISTENSEN, R.L. An analysis of the impact of manure disposal regulations on dairy farms. **Journal of agricultural economics**, v. 56, n. 2, p. 331-336, May. 1974.

AZEVEDO, P.F. Concorrência no agribusiness. In: Zylbersztajn, D & Neves, M.F (Coord.) **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. p. 71-79

BARNARD, C.S; NIX, J.S. **Farm planning and controlling**. Cambridge: Cambridge University Press. 1973. 600p.

BARROS, G.S.C. **Economicidade e sustentabilidade da agropecuária**. 2007 (mimeografado).

BARRY, P.J.; WILLMANN, D.R. A risk-programming analysis of forward contracting with credit constraints. **American journal of agricultural economics**, v. 58, n. 1, p. 62-70, Feb. 1976.

BALVERDE, N.R.de M. **Avaliação econômica de sistemas intensivos na pecuária uruguaia em condições de risco: um estudo de caso**. 1997. 83 p. Dissertação (Mestre em ciência econômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

BELETE, A., DILLON, J.L., ANDERSON, F.M. Impact of fertilizer use on production and cash income of small-scale farmers in the highland areas of Ethiopia. **Agricultural systems**, v. 40, n. 4, p. 333-343. 1992

BERNARDES, E.M. **Planejamento e controle de empresa agropecuária: um estudo de caso**. 1992. 96 p. Dissertação (Mestre em ciência econômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

BOEHLJE, M.D.; WHITE, T.K. A production-investment decision model of farm firm growth. **American journal of agricultural economics**, v. 51, n. 3, p. 546-563, Aug. 1969.

BOLES, J.N. Linear programming and farm management analysis. **Journal of farm economics**, v. 37, n. 1, p. 1-24, Feb. 1955.

BORNIA, A.C. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. 1995. 125 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de pós-graduação em engenharia de produção, UFSC. Florianópolis, 1995.

BRINK, L.; McCARL, B. The tradeoff between expected return and risk among cornbelt farmers. **American journal of agricultural economics**, v. 60, n. 2, p. 259-263, May. 1978.

BROWN, D.D. Problems of a farm and home planning program. **Journal of farm economics**, v. 36, n. 2, p. 187-197, May. 1954.

BRUN, F.L. **Influência do valor da madeira de mercado sobre o ordenamento de florestas plantadas para o suprimento parcial de uma indústria de celulose e papel: uma aplicação da programação linear.** 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Recurso Florestais) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BRUNSTEIN, I.; TOMIYA, E.H. Modelo econômico de empresa sucroalcooleira. **Gestão & produção**, v. 2, n. 3, p. 264-280, dez.1995.

BURKETT, W.K. Complementary tools of farm planning. **Journal of farm economics**, v. 32, n. 4, p. 647-652, Nov. 1950.

BURT, O.R. Operations research techniques in farm management: potential contribution **Journal of farm economics**, v. 47, n. 5, p. 1418-1426, Dec. 1965.

BURTON JUNIOR R.O.; SCHURLE B.W; WILLIAMS J.R.; BRESTER G.W. Teaching management for specialized agricultural industries, **American journal of agricultural economics**, v. 78, n. 5, p. 1222-1227, Dec. 1996.

BURTON JUNIOR R.O.; GIDLEY, J. S.; BAKER, B. S.; REDA-WILSON, K. J. Nearly optimal linear programming solutions: some conceptual issues and a farm management application. **American journal of agricultural economics**, v. 69, n. 4, p. 813-818, Nov. 1987.

CAIXETA FILHO, J.V; SWAAY NETO, J.M. van; WAGEMAKER, A.P. Optimization of the production planning and trade of lily flowers at Jan de Wit Company. **Interface**, v. 32, n. 1, p. 35-46, Jan./Fev. 2002.

CALLADO, A.A.C.; MORAES FILHO, R.A. de. Gestão empresarial no agronegócio. In: CALLADO, A.A.C (Org.). **Agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2011. p.20-29

CANDLER, W. Reflections on "Dynamic Programming Models". **Journal of farm economics**, v. 42, n. 4, p. 920-926, Nov. 1960.

CANDLER, W.; MUSGRAVE, W.F. A practical approach to the profit maximization problems in farm management. **Journal of agricultural economics**, v. 14, n. 2, p. 208-222, Dec. 1960.

CANZIANI, J.R.F. **Assessoria administrativa a produtores rurais no Brasil**. 2001. 224 p. Tese (Doutorado em Ciência econômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

CARTER, H. O. Representative Farms: Guides for Decision Making? **Journal of farm economics**, v. 45, n. 5, p. 1448-1455, Dec. 1963.

CARVALHO, M.D. **Proposta de um modelo de planejamento agregado da produção numa usina de açúcar e álcool vinculado à flutuação de preços em mercados à vista e no mercado futuro**. 2009. 201 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CASTLE, E.N.; BECKER, M.H.; NELSON, A.G. **Farm business management: decision-making process**, 3. ed. New York: Macmillian, 1987. 413p.

CHIAVENATO, I. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Campus, 2005. 200p.

CLARKE, G.B.; SIMPSON, I.G. A theoretical approach to the profit maximization problems in farm management. **Journal of agricultural economics**, v. 13, n. 3, p. 250-274, Jun. 1959.

CORTINA, N. **Planejamento de empresas rurais em Santa Catarina**. 1992. 112p. Dissertação (Mestrado em Ciência econômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

COOTE, D.R.; HAITH, D.A; ZWERMAN, P.J. Modeling the environmental and economic effects of dairy waste management. **Transaction of American Society Agriculture Engineers**. v. 19, p. 326-331. 1976.

CRISOSTOMO, M.F.; BURTON JR, R.O.; FEATHERSTONE, A.M.; KELLEY, K.W. A. Risk programming analysis of crop rotations including double-cropping. **Review of agricultural economics**, v. 15, n. 3, p. 443-461. Sep. 1993.

DALMAZO, N.L.; ALBERTONI, L.A. A necessidade de um enfoque de administração rural na pesquisa e extensão rural. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1991, Lages. **Anais**. Florianópolis: SAA; EPAGRI; CTA do Planalto Serrano Catarinense, 1992. p.7-21.

DEBERTIN, D. L.; PAGOULATOS, A. Optimal management strategies for alfafa production with total farm plan. **Southern journal of agricultural economics**, v. 17. n. 2. p. 127-138, Dec. 1985.

DEAN, G.W.; BATH, D.L.; OLAYIDE, D. Computer program for maximizing income above feed cost for dairy cattle. **Journal dairy science**, v. 52, n. 7, p. 1008-1016. 1969.

DE ZEN, S. **Diversificação como forma de gerenciamento de risco na agricultura**. 2002. 107 p. Tese (Doutorado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

DIAS, C.T.S. **Planejamento de uma fazenda em condições de risco: programação linear e simulação multidimensional**. 1996. 100 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Estatística e Experimentação Agrônômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

DODD, V.A.; LYONS, D.F.; HERLIHY, P. D. A system of optimizing the use of animal manures on a grassland farm. **Journal of agricultural engineering research**, v. 20, n. 4, p. 391-403, Dec. 1975.

EFFERSON, J.N. **Principles of farm management**. New York: McGraw-Hill, 1953. 431p.

ELLIOT, F.F. The representative firm idea applied to research and extension in agricultural economics. **Journal farm economic**, v. 10, n. 4, p. 483-498, Oct. 1928.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Informática Agropecuária – Embrapa  
**Informática Agropecuária, Análise do mercado ofertante.**

<<http://www.swagro.cnptia.embrapa.br/oferta/empresas-privadas/analise-da-oferta/analise>>

Acesso em out. 2009.

FARIS, J.E.; McPHERSON, W.W. Application of linear programming in an analysis of economic changes in farming. **The review of economics and statistics**, v. 39, n. 4, p. 421-434, Nov. 1957.

FASIABEN, M. do C.R. **Fronteira de eficiência econômica em condições de risco : análise de sistemas de produção familiares da região centro-sul do Paraná.** 2002. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FEUZ, D.M; SKOLD, M.D.. Typical farm theory in agricultural research. **Journal of Sustainable Agriculture.** v. 2, n. 3, p 43-58. 1991.

FREUND, R.J. The introduction of risk into a programming model. **Econometrica**, v. 24, n. 3, p. 253-263, Jul. 1956.

GAMEIRO, A.H.; CAIXETA FILHO, J.V.; ROCCO, C.D.; RANGEL, R. Modelagem e gestão das perdas no suprimento de tomates para processamento industrial. **Gestão & produção São Carlos**, v. 15, n. 1, p. 101-115, Abr. 2008.

GEBREMESKEL, T.; SHUMWAY, C. R. Farm planning and calf marketing strategies for risk management: an application of linear programming and statistical decision theory. **American journal of agricultural economics**, v. 61, n. 2, p. 363-370, May. 1979.

GROOVER, M.P. **Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing.** 2. ed. New York: Prentice Hall, 2001. 856p.

HANLEY, N.; LINGARD, J. Controlling straw burning: farm management modeling of the policy options using linear programming. **Journal of agricultural economics**, v. 38, n. 1, p. 15-26, Jan. 1987.

HALL, H.H.; STULP, V.J.; REED, M.R. Effects of a fertilizer subsidy on Brazilian crop production and exports. **American journal of agricultural economics**, v. 65, n. 3, p. 571-575, Ago. 1983.

HARLING, K.F.; QUAIL, Ph. Exploring a general management approach to farm management. **Agribusiness**, v. 6, n. 5, p. 425-441, 1990.

HAZELL, P.B.R. A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. **American journal of agricultural economics**, v. 53, n. 1, p. 53-62, Feb. 1971.

HAZELL, P.B.R.; NORTON, R.D. **Mathematical programming for economic analysis in agriculture**. New York: Macmillan Publishing Company, 1986. 400p.

HEADLEY, J.C. Evaluating farm management performance and the challenge to farm management research. **Illinois agricultural economics**, v. 7, n. 1, p. 11-16, Jan. 1967.

HEADY, E.O. Simplified presentation and logical aspects of linear programming technique, **Journal of farm economics**, v. 36, n. 5, p. 1035-1048, Dec. 1954.

HELD, L. J.; ZINK, R. A. Farm enterprise choice: risk-return tradeoffs for cash-Crop versus crop-livestock systems. **North central journal of agricultural economics**, v. 4, n. 2, p. 11-19, Jul. 1982.

HERRERO, M.; FAWCETT, R.H.; DENT, J.B. Bio-economic evaluation of dairy farm management scenarios using integrated simulation and multiple-criteria models. **Agricultural systems**, v. 62, n. 3, p. 169-188, Dec. 1999.

HILDRETH, R. J. Discussion: Integrating crop and livestock activities in farm management activity analysis. **Journal of farm economics**, v. 37, n. 5, p. 1263-1265, Dec. 1955.

HODGES, J.A. Modern farm management: principles and practices by Andrew Boss; George A. Pond. **Journal of farm economics**, v. 30, n. 1, p. 183-186, Feb. 1948.

HOFFMANN, R.; SERRANO, O.; NEVES, E. M.; *et al.* **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1976. 323p.

HOFSTRAND, D. Strategic management for farm businesses. **Ag Decision Maker**, file C6-41, p. 1-4, Jun. 2007. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c6-41.html>> . Acesso em: Jun. 2009.

HOLZT, E. Gestão agrícola In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1991, Lages. **Anais...** Florianópolis: SAA; EPAGRI; CTA do Planalto Serrano Catarinense, 1992. p.113-132,

HOPKINS, J. A. **Administración rural**, 2. ed. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A, 1962. 572p.

HOWARD, W.; ALBRIGHT, J.L.; CUNNINGHAM, M.D.; HARRINGTON, R.B.; NOLLER, C.H.; TAYLOR, R.W. Least-cost complete rations for dairy cows. **Journal dairy science**, v. 51, n. 4, p. 595-600. 1968.

HUANG, W. A. Framework for economic analysis of livestock and crop byproducts utilization. **American journal of agricultural economics**, v. 61, n. 1, p.91-96, 1979.

HUFFUMAN, D.C.; STANTON, L.A. Application of linear programming to individual farm planning. **American journal of agricultural economics**, v. 51, n. 5, p. 1168-1171, Dec. 1969.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo Agropecuário**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>> acesso em: abr.2007.

IRWIN, G.D.; BAKER, C.B. Effects of lender decisions on farm financial planning: some solutions to problems arising from credit limitations set by commercial lenders. **Bulletin**, n. 688, p. 1-27, Nov. 1962.

JOLAYEMI, J. K.; OLAOMI, J.O. A mathematical programming procedure for for mixed-cropping schemes selecting crops. **Ecological modelling** v. 79, p. 1-9, 1995.

JUNQUEIRA, R.A.R.; MORABITO, R. Um modelo de otimização linear para o planejamento agregado da produção logística de semente de milho. **Produção**, v. 16, n. 3, p. 510-525, Set./Dez. 2006.

\_\_\_\_\_ Planejamento otimizado da produção e logística de empresas produtoras de sementes de milho: estudo de caso. **Gestão & produção**, v. 15, n. 2, p. 367-380, Mai./Ago. 2008.

KAISER, E.; BOEHLJE, M. A Multiperiod Risk Programming Model for Farm Planning. **North central journal of agricultural economics**, v. 2, n. 1, p. 47-54, Jan. 1980.

KAY, R.D. **Farm management**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1986. 401p.

KEBEDE, E.; GAN, J. The economic potential of vegetable production for limited resource farmers in South Central Alabama. **Journal of agribusiness**, v. 17, n. 1, p. 63-75, Spring, 1999.

KENNEDY R.P. The Management Factor in Commercial Agriculture: New Tools for the Manager. **Journal of farm economics**, v. 47, n. 5, p. 1452-1456, Dec. 1965.

KEPLINGER, K. O.; HAUCK, L.M. The Economics of Manure Utilization: Model and Application. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 31, n. 2, p. 414-440, Aug, 2006.

KIRKE, A.W.; MOSS, J.E, A linear programming study of family run dairy farm in northern Ireland. **Journal agriculture economics**, v. 38, n. 2, p. 257-269, May. 1987.

KLEIN, K.K.; HIRONAKA, R.; HELLER, C.H., FREEZE, B.S. Profit-maximizing linear program model for dairy cattle. **Journal dairy science**. v. 69, n.4, p. 1070-1080, 1986.

KYLE, S.C. The relation between farm risk and off-farm income. **Agricultural and resource economics review**, v. 22, n. 2, p.179-188, Oct. 1993.

JONES, G.M.; MURLEY, W.R.; CARR, S.B. Computerized feeding management systems for economic decision making. **Journal dairy science**, v. 63, n. 3, p. 495-505, 1980.

JUST, R.E.; ZILBERMAN, D.; HOCHMAN, E.; BAR-SHIRA, Z. Input Allocation in Multicrop Systems **American journal of agricultural economics**, v. 72, n. 1. p. 200-209, Feb. 1990.

LIMA, J.B. O objeto da administração rural. **Análise e Conjuntura**, Belo Horizonte, v.12, n.9/10, p.251-257, Set./Out. 1982.

LIMA, A.B.N.P.M. **Plano ótimo econômico de manejo de corte para florestas de eucaliptos**. 1988. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1988.

LIMA, A.P.; BASSO, N.; NEUMANN, P.S.; SANTOS, A.C. dos; MÜLLER, A.G. **Administração da unidade de produção familiar**: modalidade de trabalho com agricultores. Ijuí: UNIJUÍ, 1995. 175p.

LOFTSGARD, L.D.; HEADY, E.O. Application of dynamic programming models for optimum farm and home plans. **Journal of farm economics**, v. 41, n. 1, p. 51-62, Feb. 1959.

LOURENZANI, W.L.; SOUSA FILHO, H.M. Gestão integrada para a agricultura familiar. In: BATALHA, M.O (Coord.). **Gestão integrada da agricultura familiar**. 1.ed. São Carlos: UFSCAR, 2005. v.1. p. 67-93.

LUNARDI, S.M.; SANTOS, A.C. dos. O programa de gestão agrícola da extensão rural do Rio Grande do Sul e Santa Catarina: uma análise na perspectiva dos agricultores familiares. **Organização rurais e agroindustriais**, v. 2, n. 2, p. 1-18, Jul./Dez. 2000.

MAPP, H.P.; HARDIN, M.L.; WALKER, O.L.; PERSAUD, T. Analysis of risk management strategies for agricultural producers. **American journal of agricultural economic**. v. 61, n. 5, p. 1071-1077, Dec. 1979.

MARION, J.C, **Contabilidade empresarial**, 2ed., Editora Atlas, 2002, 514p.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The journal of finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, Mar. 1952.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; *et al.* Sistema Integrado de Custos Agropecuário- CUSTAGRI. **Informações econômicas**, v. 28, n. 1, p. 7-27, Jan. 1998.

MARQUES, P.A.A. Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas. **Acta scientiarum biological sciences**, v. 27, n.4, p.719-727, Oct./Dez. 2005.

McCARL, B.; ÖNAL, H. Linear approximation using Motad and separable programming: should it be done? **American journal of agricultural economic**. v. 71, n. 1, p. 158-166, Feb. 1989.

McCORKLE JR, C. O. Linear Programming as a Tool in Farm Management Analysis, **Journal of farm economics**, v. 37, n. 5, p. 1222-1235, Dec. 1955.

McDONOUGH, J.A. Feed Formulation for Least Cost of Gain. **American journal of agricultural economic**. v. 53, n. 1, Feb. 1971.

MILAN, P. **Modelagem matemática para a otimização da produção de cafés finos : um estudo de caso**. 2008. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008.

MILLER, T.A.; NAUHEIM, C.W. Linear programming applied to cost minimizing farm management strategies. **Journal of farm economics**, v. 46, n. 3, p. 556-566, Aug. 1964.

MILLER, A.; BOEHLJE M.; DOBBINS, C. **Positioning the farm business**, Indiana: Purdue University. 1998 p.37

MOHAMAD, N.H.; SAID, F. A mathematical programming approach to crop mix problem. **African journal of agricultural research**. v. 6, n. 1, pp. 191-197, Jan. 2011.

MOHAMED, Z.B.; THANI, P. Trade-offs between risk and returns of multiple vegetable cropping system. **Pertanika journal society science & human**. v. 1, n. 2 p. 163-170. 1993

MORSE T.D. Use of economics in farming. **Journal of farm economics**, v. 31, n. 4, p. 863-869, Nov. 1949.

MOSHER, M. L. Is It practical to plan farm operations on agricultural forecasts. **Journal of farm economics**, v. 19, n. 1, p. 241-251, Feb. 1937.

MORRISON, D.A.; KINGWELL, R.S.; PANNELL, D.J. A mathematical programming model of crop-livestock farm system. **Agricultural system**, v. 20, n. 4, p. 243-268, 1986.

MUELLER, A.G. Perspectives and approaches to farm business management. **Illinois agricultural economics**, v. 12, n. 2, p. 32-37, Jul. 1972.

MUNIZ, A.J.O.; FARIA, A.H. **Teoria Geral da Administração: noções básicas**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2001. 165 p.

MYERS, M. Discussion: Farm Management. **Journal of farm economics**, v. 35, n. 5, p. 679-682, Dec. 1953.

NANTES, J.F.D.; SCARPELLI, M. Elementos de gestão na produção rural. In: BATALHA, M.O (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. 3. ed. v.1 São Paulo: Atlas, 2008. p.629 – 664.

NIELSON, J. Taking Farm Management to Farmers. **Journal of farm economics**, v. 35, n. 5, p. 1000-1007, Dec. 1953.

NORONHA, J.F.; PERES, F.C. Rumos futuros da administração rural In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1991, Lages. **Anais...** Florianópolis: SAA; EPAGRI; CTA do Planalto Serrano Catarinense, 1992. p.251-260.

NORTON, G.W.; EASTER, K. W.; ROE, T.L. American Indian farm planning: an analytical approach to tribal decision making. **American journal of agricultural economics**, v. 62, n. 4, p. 689-699, Nov. 1980.

OLIVEIRA, A.J. de. **Um sistema inteligente de apoio a decisão para o planejamento de empresa rurais**. 1995. 90 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

OLSON, K.D. **Farm management: principles and strategies**. 1. ed. Iowa: Iowa State Press, 2005. 429 p.

PAIVA, R. P. O.; MORABITO, R. Um modelo de otimização para o planejamento agregado da produção em usinas de açúcar e álcool. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 1, p. 25-41, 2007.

PERES, F.C. **Derived demand for credit under conditions of risk**. 1976. 141 p. Thesis (Ph D in Apply Economic) – The Ohio State University, Ohio, 1976.

PERES, A.R.P. **Baixa produtividade do milho como consequência da tomada de decisão sob condição de risco na agricultura**. 1981. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

PETERSON, G.A. Selection of maximum profit combinations of livestock enterprises and crop rotations. **Journal of farm economic**, v. 37, n. 3, p. 546-554, Aug. 1955.

PIECH, B.; REHMAN, T. Application of multiple criteria decision making methods to farm planning: a case study. **Agricultural systems**, n. 41, n. 3, p. 305–319, 1993.

PIZZOL, S.J.S. de. **Comportamento dos cafeicultores perante o risco: uma análise de três sistemas de produção da região de Marília, SP**. 2002. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica- Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PLAXICO, J.S; TWEETEN, L.G. Representative farms for policy and projection research. **Journal of farm economic**, v. 45, n. 5, p. 1458-1465, Dec. 1963.

PORTER, M. E. A vantagem competitiva das nações, Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1993.

RODRIGUEZ, L.C. E. **Planejamento agropecuário através de um modelo de programação linear não determinista**. 1987. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

ROMEIRO, V.M.B. **Gestão da pequena unidade de produção familiar de citros: análise dos fatores influentes de sucesso do empreendimento do ponto de vista do produtor de Bebedouro (SP)**. 2002. 242 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2002.

ROUGOOR C. W; TRIP G; HUIRNE, R.B.M; RENKEMA J.A, How to define and study farmer's management capacity: theory and use in agricultural economics. **American economics**, v. 18, p. 261-272, 1998.

SANTAELLA, M. **Modelo de avaliação de novas tecnologias: caso do sistema de cana crua**. 1995. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1995.

SANTOS JUNIOR, J.L.C dos. **Otimização do uso da água no perímetro irrigado Formoso, utilizando técnica de programação linear**. 2011. 128 p. Tese (Doutorado em Ciência) - Escola Superior da Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2011.

SCARPELLI, M. Planejamento e controle da produção. In: BATALHA, M.O (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. v. 1. São Paulo: Atlas, 2008. p. 336–430.

SCHURLE, B. W.; ERVEN, B.L. The trade-off between return and risk in farm enterprise Choice. **North central journal of agricultural economics**, v. 1, n. 1, p. 15-21, Jan. 1979.

SCOTT JUNIOR, J.T; BAKER, C.B. A practical way to select an optimum farm plan under risk. **American journal of agricultural economics**, v. 54, n. 4, p. 657-660, Nov. 1972.

SCOTT JUNIOR, J.T.; BROADBENT, E.E. A Computerized Cattle Feeding Program for Replacement and Ration Formulation. **Illinois agricultural economics**, v. 12, n. 2, p. 16-25, Jul. 1972.

SILVA, J.R. da. **Planejamento agrícola sob condições de risco para pequenas propriedades da zona semi-árida dos sertões do estado do Ceará**. 1988. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1988.

SHEARER, J.R. The reichskuratorium für wirtschaftlichkeit: fordism and organized capitalism in Germany, 1818-1945. **Bussiness history rewiew**, v. 71, n. 4, p. 560-602, 1997.

SHEEHY, S.J.; MCALEXANDER, R. H. Selection of representative benchmark farms for supply estimation. **Journal of farm economics**, v. 47, n. 3, p. 681-695, Aug. 1965.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p.

SMITH, C. B. The origin of farm economics extension. **Journal of farm economics**, v. 14, n. 1, p. 17-22, Jan. 1932.

SOUZA, P.M.; FERREIRA, V.R.; PONCIANO, N.J.; BRITO, M.N. Otimização econômica, sob condição de risco, para agricultores familiares das regiões Norte e Nordeste do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa operacional**, v. 28, n. 1, p. 123-139, jan-abr. 2008.

SPAHR, S.L. Optimum rations for group feeding. **Journal of dairy science**, v. 60, n. 8, p. 1337-1344, 1977.

STONEHOUSE, D.P.; NARAYANAN, A.V.S. The contributions of livestock manure to profitability and to self-sufficiency in plant nutrients on mixed farms. **Canadian journal of agricultural economics**, v. 32, n. 1, p.201-210, Mar. 1984.

SUGAI, Y, Planejamento básico de uma empresa agropecuária pela programação linear. 1967. 87p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1967.

SUSKIL, P.P. Orçamentação total e parcial In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1992, Lages. **Anais...** Florianópolis: SAA; EPAGRI; CTA do Planalto Serrano Catarinense, 1992. p. 49-59.

SWANSON, E.R. Profit maximization and measures of farm success. **Journal of farm economics**, v. 35, n. 4, p. 628-633, Nov. 1953.

SWANSON, E.R. Solving minimum-cost feed mix problems. **Journal of farm economics**, v. 37, n. 1, p. 135-139, Feb. 1955.

SWANSON, E.R. Integrating crop and livestock activities in farm management activity analysis. **Journal of farm economics**, v. 37, n. 4, p. 1449-1958, Dec. 1955b.

SWANSON, E.R. Application of programming analysis to corn belt farms. **Journal of farm economics**, v. 38, n. 2, p. 408-419, May. 1956.

SWANSON, E.R. Programmed solutions to practical farm problems. **Journal of farm economics**, v. 43, n. 2, p. 386-392, May. 1961.

TAYLOR, R. D; KOO, W.W.; SWENSON, A.L. 2005 North Dakota Agricultural Outlook: Representative Farms, 2005-2014. **Agribusiness & applied economics report**, n. 569, Jul. 2005.

TEAGUE, P.W.; LEE, J.G. Risk efficient perennial crop selection: a Motad approach to citrus production. **Southern journal of agricultural economic**. p. 145-152, Dec. 1988

THOMSON, E. H. The origin and development of the office of farm management in the U. S. department of agriculture. **Journal of farm economics**, v. 14, n. 1, p. 10-16, Jan. 1932.

TRICK D. W. What type of farm management, individual, professional, or institutional?, **Journal of farm economics**, v. 19, n. 2, p. 470-478, May. 1937.

TUNG, N.H. **Planejamento e controle financeiro das empresas agropecuárias**. São Paulo: Universidade-Empresa. 1990. 382p.

QUEIROZ, T. R. **Sistema de custeio e indicadores de desempenho para agricultura familiar**. 2004. 139p. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção). Departamento de engenharia de Produção, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2004.

VILCKAS, M.; NANTES, J. F. D. Critérios para tomada de decisão em unidades de produção rural familiares: um estudo no segmento de hortaliças In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E GESTÃO DE REDES AGROALIMENTARES – EGNA, 4., **ANAIS...** Ribeirão Preto: FEA-USP. 2003.

VILCKAS, M **Determinantes da tomada de decisão sobre as atividades rurais**: proposta de um modelo para produção familiar. 2004. 143p. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção). Departamento de engenharia de Produção, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2004.

VILCKAS, M.; NANTES, J. F. D. Gestão integrada para a agricultura familiar. In: BATALHA, M.O (Coord.). **Planejamento das atividades produtivas na agricultura familiar**. 1. ed. São Carlos: UFSCAR, 2005. p. 131–165.

YOUNG, E.C. Farm Organization and Management. **Journal of farm economics**, v. 18, n. 3, p. 634-635, Ago. 1936.

WAUGH, F.V. Linear programming approach to the solution of practical problems in farm management and micro-agricultural economics. **Journal of farm economics**, v. 43, n. 2, p. 404-405, May. 1961.

ZWINGLI, M.E.; JUNIOR HARDY, W.E.; JUNIOR ADRIAN, J.L. Reduced risk rotations for fresh vegetable crops: an analysis for the sand mountain and Tennessee valley regions of Alabama. **Southern journal of agricultural economics**, v. 21.n. 2. p. 155-165. Dec. 1989.

## **8 APÊNDICE**





Tabela 8.5 – Custo de produção e receita bruta da soja normal em Campo Novo do Parecis – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).

	custo operacional										CO Média 10 safras	receita bruta										R\$ Média 10 safras	
	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10		00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10		
1	5,52	5,62	5,64	4,89	4,81	3,85	4,19	3,81	4,05	5,91	4,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	5,51	5,60	5,63	4,82	4,76	3,83	4,19	3,80	4,03	5,92	4,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	5,50	5,56	5,62	4,75	4,72	3,80	4,02	3,79	4,01	5,97	4,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	23,22	22,71	25,05	20,26	20,07	16,37	3,99	3,50	3,61	5,60	14,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	25,43	24,87	27,22	22,36	21,68	17,02	4,85	3,50	3,55	5,60	15,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	7,21	7,15	7,40	6,42	6,11	4,17	4,82	3,49	3,48	5,61	5,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	7,07	7,05	7,27	6,43	6,04	4,19	4,81	6,10	7,60	20,70	7,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	6,95	6,99	7,11	6,39	5,97	4,22	4,79	6,01	7,63	411,02	46,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	175,33	216,17	212,27	195,98	175,60	160,34	142,58	132,42	186,64	200,75	179,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	71,86	68,94	66,79	60,72	56,46	53,95	80,96	42,33	28,35	25,67	55,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	81,80	78,52	78,78	79,78	69,78	63,10	13,76	44,34	30,61	24,94	56,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	14,76	14,78	18,89	23,54	17,77	12,90	11,25	36,18	22,03	12,75	18,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	2,89	2,91	2,63	2,74	2,63	59,40	51,81	48,43	53,95	47,52	27,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	165,03	155,92	124,97	117,97	107,75	59,43	51,69	48,25	47,15	43,36	92,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	168,62	162,89	133,73	124,00	112,48	64,86	57,52	55,38	47,55	51,15	97,82	213,15	310,92	307,45	220,78	152,49	118,53	152,49	221,22	0,00	208,56	190,56	190,56
16	667,97	765,01	1027,22	1239,89	1114,66	952,66	707,75	716,30	1056,86	311,27	855,96	712,09	807,27	1417,22	1403,02	1529,24	523,11	1070,38	1165,53	1303,26	755,85	1068,70	1068,70
17	7,66	9,89	13,39	9,57	8,36	7,34	8,44	9,13	4,72	11,99	9,05	209,85	305,39	308,24	215,13	152,11	118,06	152,04	214,75	75,57	203,88	195,50	195,50
18	5,88	5,30	2,59	9,46	3,29	4,82	2,51	1,85	4,73	11,95	5,24	133,59	107,60	0,00	212,39	17,74	61,90	0,00	0,00	75,81	203,18	81,22	81,22
19	5,79	5,20	2,59	9,35	3,30	4,81	2,50	1,83	4,76	11,92	5,21	131,47	105,44	0,00	210,01	17,81	61,79	0,00	0,00	76,30	202,74	80,56	80,56
20	5,75	5,10	2,58	2,56	3,33	4,79	2,47	1,83	4,76	4,90	3,81	130,29	103,00	0,00	0,00	17,95	61,54	0,00	0,00	76,23	24,36	41,34	41,34
21	5,73	4,98	2,56	2,55	4,21	4,78	2,44	1,83	4,74	4,85	3,87	129,80	100,35	0,00	0,00	39,66	61,39	0,00	0,00	76,05	24,09	43,13	43,13
22	2,71	2,59	2,55	2,54	3,49	7,84	2,42	1,81	9,48	4,80	4,02	0,00	0,00	0,00	0,00	21,55	144,17	0,00	0,00	208,10	23,85	39,77	39,77
23	2,70	2,48	2,54	2,52	3,48	7,79	2,39	1,81	9,48	4,72	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00	21,48	143,35	0,00	0,00	207,96	23,48	39,63	39,63
24	11,71	2,43	30,33	52,10	51,59	21,13	22,24	6,23	2,15	3,88	20,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TO</b>	<b>1482,61</b>	<b>1588,67</b>	<b>1814,78</b>	<b>2011,58</b>	<b>1812,34</b>	<b>1547,36</b>	<b>1235,19</b>	<b>1183,93</b>	<b>1555,94</b>	<b>1242,76</b>	<b>1547,52</b>	<b>1660,24</b>	<b>1839,97</b>	<b>2032,91</b>	<b>2261,33</b>	<b>1970,03</b>	<b>1293,83</b>	<b>1374,91</b>	<b>1601,50</b>	<b>2099,30</b>	<b>1669,99</b>	<b>1780,40</b>	<b>1780,40</b>

Fonte: Cepea – adaptado pelo Autor

Tabela 8.6 – Custo de produção e receita bruta do algodão em Campo Novo do Parecis – MT entre a safra 2000/01 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).

	custo operacional										CO Média 10 safras	receita bruta										R\$ Média 10 safras	
	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10		00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10		
1	14,52	15,59	15,20	12,85	13,38	13,47	13,98	15,81	14,93	14,90	14,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	14,49	15,53	15,17	12,65	13,24	13,42	13,99	15,77	14,87	14,92	14,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	14,47	15,41	15,15	12,44	13,11	13,29	14,05	15,74	14,26	15,05	14,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	13,89	14,74	14,58	12,04	12,64	12,98	13,83	15,44	14,77	14,68	13,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	54,39	84,54	78,76	61,69	58,44	54,20	41,66	42,33	745,03	81,63	130,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	16,16	16,85	16,82	14,39	14,36	13,75	27,31	29,26	16,02	16,70	18,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	23,49	24,06	24,92	21,59	20,93	24,82	35,42	37,38	22,48	25,91	26,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	39,85	40,41	42,87	37,50	35,64	47,95	59,17	60,74	35,53	30,55	43,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	83,00	83,18	88,73	78,39	74,23	87,96	93,41	93,76	119,58	614,39	141,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	28,36	27,74	24,52	22,20	21,02	22,10	13,47	18,89	13,60	14,91	20,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	42,59	41,69	37,50	36,03	33,96	30,62	24,64	30,00	43,34	14,90	33,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	103,90	100,58	89,90	87,72	81,85	70,69	68,01	50,84	47,40	14,92	71,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	217,72	215,73	199,17	202,85	179,37	229,81	169,92	147,29	168,89	104,51	183,53	526,91	674,89	671,46	812,25	382,52	695,13	724,83	685,85	623,75	0,00	579,76	579,76
14	104,40	106,23	96,23	99,81	82,71	92,23	88,13	115,85	137,99	69,03	99,26	525,13	673,66	660,93	803,54	380,98	695,53	723,15	683,26	624,53	0,00	577,07	577,07
15	1107,49	1357,11	1352,94	1466,44	1462,65	1206,89	1195,31	59,97	82,51	59,26	935,06	520,95	672,90	650,16	796,11	377,25	698,68	721,57	678,50	629,81	0,00	574,59	574,59
16	50,30	53,67	50,73	55,37	42,14	49,38	37,07	48,41	37,55	45,46	47,01	515,14	668,23	647,49	787,09	375,36	698,52	720,59	671,01	629,53	677,50	639,05	639,05
17	63,12	75,44	72,55	75,78	62,89	81,17	56,98	47,46	43,53	40,03	61,90	512,88	660,92	651,84	775,75	376,31	695,91	719,46	658,66	628,43	667,04	634,72	634,72
18	291,52	293,27	280,76	290,05	277,95	310,98	234,74	216,20	212,53	262,47	267,05	505,52	649,65	656,42	765,89	378,01	691,30	717,59	646,43	630,42	664,77	630,60	630,60
19	353,79	385,91	374,36	313,79	287,33	272,27	248,46	1478,04	775,64	267,58	475,72	493,53	663,34	688,86	304,06	499,10	0,00	0,00	81,05	161,08	663,32	355,44	355,44
20	336,48	364,34	361,67	300,50	280,62	276,89	251,47	228,77	252,31	265,72	291,88	489,11	648,02	684,60	300,13	503,05	572,53	250,98	81,37	160,94	1103,92	479,47	479,47
21	2076,22	2724,62	2879,04	2671,68	2568,05	2088,67	1759,98	1495,17	2001,58	1779,13	2204,41	487,25	631,33	677,51	298,68	503,72	571,16	248,09	81,07	160,54	1091,96	475,13	475,13
22	21,22	24,19	29,13	18,51	26,36	11,42	11,45	14,07	16,54	12,31	18,52	480,30	605,81	674,56	297,11	500,54	0,00	0,00	80,19	160,61	0,00	279,91	279,91
23	21,06	22,86	28,99	18,35	22,09	11,36	11,33	14,06	16,53	12,12	17,88	476,66	572,39	671,34	294,68								

Tabela 8.7 – Custo de produção e receita bruta do milho segunda safra em Campo Novo do Parecis – MT entre a safra 2004/05 e 2009/10 – R\$/ha (valores reais).

	custo operacional										CO Média 10 safras	receita bruta										RB Média 10 safras		
	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10		00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10			
1	4,04	4,12	4,00	3,41	3,38	6,49	3,10	3,49	3,62	3,66	3,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4,03	4,10	3,99	3,36	3,35	3,36	3,10	3,48	3,61	3,66	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	4,03	4,07	3,99	3,30	3,31	3,33	3,11	3,47	3,58	3,70	3,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	3,48	3,53	3,51	2,95	2,95	3,07	2,90	3,19	3,20	3,34	3,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	4,24	4,28	4,32	3,65	3,57	3,32	3,32	3,75	3,52	3,70	3,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	4,21	4,22	4,24	3,67	3,53	3,33	3,30	3,74	3,45	3,71	3,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	4,11	4,15	4,16	3,68	3,49	3,34	3,29	3,73	3,42	3,74	3,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	4,04	4,11	4,06	3,66	3,44	3,37	3,28	3,68	3,43	3,73	3,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	37,98	35,13	31,11	26,23	23,65	23,19	22,48	21,71	19,62	19,79	26,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	3,25	3,32	3,05	2,93	2,78	3,12	2,82	3,07	3,02	3,35	3,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	3,24	3,29	2,89	2,92	2,75	3,11	2,81	333,23	458,19	268,81	108,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,72	2,87	2,87
12	364,90	378,16	379,98	427,09	423,40	442,50	472,37	203,10	149,27	191,18	343,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,94	0,00	28,75	9,67	9,67	
13	48,82	46,80	41,60	40,95	38,09	44,12	35,43	36,48	35,69	35,06	40,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	78,98	28,46	10,74	10,74	
14	125,00	130,62	159,59	160,82	130,96	114,96	36,99	39,02	37,65	35,85	97,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,08	28,15	10,72	10,72	
15	17,10	17,12	15,83	16,15	15,40	17,18	26,56	24,01	23,67	13,08	18,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,75	27,98	10,77	10,77	
16	1,49	1,52	1,23	1,32	1,31	1,78	28,71	7,65	7,46	3,78	5,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,78	2,78	2,78	
17	1,49	1,50	1,24	1,30	1,32	1,77	1,50	1,63	1,76	2,59	1,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,35	2,73	2,73	
18	1,47	1,48	5,90	8,87	5,99	32,88	26,45	25,06	23,00	26,37	15,75	0,00	0,00	202,06	329,73	203,13	0,00	0,00	0,00	0,00	27,26	76,22	76,22	
19	106,90	93,80	74,96	82,02	73,65	66,48	63,32	59,52	66,16	58,43	74,53	202,20	516,15	202,47	326,03	203,95	140,86	298,54	264,96	356,31	134,30	264,58	264,58	
20	105,95	91,64	74,49	80,96	74,24	35,26	211,84	156,92	187,31	143,83	116,24	200,39	504,23	201,22	321,81	205,56	140,29	294,44	191,69	355,98	132,84	254,84	254,84	
21	6,02	1,38	4,86	1,25	4,26	4,96	12,99	24,75	1,78	19,68	8,19	199,63	0,00	157,63	0,00	126,94	139,95	291,04	190,99	0,00	119,19	122,54	122,54	
22	17,50	23,04	18,20	13,17	14,97	5,71	9,28	23,13	1,78	19,48	14,63	148,85	0,00	156,94	0,00	126,14	173,23	131,61	129,95	0,00	117,98	98,47	98,47	
23	17,37	21,77	14,52	13,06	12,03	5,68	4,42	4,55	1,78	19,17	11,44	147,72	0,00	0,00	0,00	0,00	172,25	130,25	129,87	0,00	116,14	69,62	69,62	
24	1,39	1,22	1,21	1,22	1,33	1,72	1,41	4,57	1,78	19,10	3,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	130,44	0,00	115,70	24,61	24,61	24,61	
<b>TO</b>	<b>892,05</b>	<b>884,36</b>	<b>862,94</b>	<b>907,94</b>	<b>853,16</b>	<b>834,04</b>	<b>984,76</b>	<b>996,95</b>	<b>1047,73</b>	<b>908,80</b>	<b>917,27</b>	<b>898,78</b>	<b>1020,37</b>	<b>920,32</b>	<b>977,57</b>	<b>865,72</b>	<b>766,58</b>	<b>1145,88</b>	<b>1105,83</b>	<b>950,10</b>	<b>960,58</b>	<b>961,17</b>	<b>961,17</b>	

Fonte: Cepea – adaptado pelo Autor