

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ANÁLISE ECONÔMICA E EXPERIÊNCIA  
COMPARATIVA ENTRE AGRICULTURA DE  
PRECISÃO E TRADICIONAL**

**TESE DE DOUTORADO**

**Valmir Werner**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

# **ANÁLISE ECONÔMICA E EXPERIÊNCIA COMPARATIVA ENTRE AGRICULTURA DE PRECISÃO E TRADICIONAL**

**Por**

**Valmir Werner**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Agrícola.**

**Orientador: Prof. Dr. José Fernando Schlosser**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2007**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
Aprova a Tese de Doutorado

**ANÁLISE ECONÔMICA E EXPERIÊNCIA COMPARATIVA ENTRE  
AGRICULTURA DE PRECISÃO E TRADICIONAL**

elaborada por  
**Valmir Werner**

Como requisito parcial para obtenção de grau de  
**Doutor em Engenharia Agrícola**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**José Fernando Schlosser – Doutor (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Arno Udo Dallmeyer– Doutor (UFSM)**

---

**Marcos Alves dos Reis – Doutor (UFSM)**

---

**Reges Durigon – Doutor (UFSM)**

---

**João Carlos de Souza Maia – Doutor (UFMT)**

Santa Maria, 01 de Novembro de 2007.

**Werner, Valmir**

**W494a**

Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional ; por Valmir Werner ; orientado José Fernando Schlosser. – Santa Maria, 2007  
133 f. ; il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2007.

1. Engenharia agrícola 2. Manejo georeferenciado 3. Custo de produção 4. Rentabilidade 5. Mecanização agrícola  
I. Schlosser, José Fernando, orient. II. Título

CDU: 631.3

Ficha catalográfica elaborada por  
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

---

© 2007

Todos os direitos autorais reservados a Valmir Werner. A reprodução de partes ou de todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização do referido autor.

Endereço. Cidade Universitária, NEMA/UFSM, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. 97105-900. Fone: (0xx) 55 220 8175 ou 220 8158

e-mail: valmirw1@gmail.com

---

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta obra à minha esposa, Kelly, pelo incentivo, sugestões, carinho, atenção, compreensão e afeto dispensados durante a realização deste trabalho, bem como pelos longos períodos de ausência por nós vividos em cidades separadas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e oportunidades a mim concedidas.

À UFSM, instituição de ensino público e de qualidade, pela possibilidade de realizar um curso de graduação, mestrado e doutorado.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFSM, com os quais muito aprendi.

Ao Prof. Fernando Schlosser, especialmente, não apenas pela orientação neste trabalho, mas também pelos significativos seis anos de convivência na UFSM. O resultado disso: estudos de iniciação científica, dissertação de mestrado e esta tese de doutorado, frutos de um trabalho em equipe. E muito mais... crescimento intelectual, profissional e pessoal. Obrigado pelas oportunidades e, principalmente, pelos exemplos, de professor, profissional, amigo e ser humano.

À URI, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, pela oportunidade de trabalho profissional e pela compreensão dos momentos ausentes.

Aos colegas professores da URI, em especial aos Prof. Lauri L. Radünz, Amito Teixeira, Antonio Sergio do Amaral, José Aparecido de O. Leite, Sérgio Mosele, pelo constante auxílio e apoio neste trabalho.

À minha esposa Kelly, por me dar forças na superação das angústias, tensões e dificuldades, servindo como uma âncora nestas situações.

Aos demais familiares, incentivadores incansáveis do meu crescimento intelectual e meus referenciais de luta.

À CAPES, pelo auxílio financeiro na forma de bolsa de estudos, essencial na realização desse trabalho.

Às empresas que fazem parte do projeto Aquarius pela disponibilidade das áreas e informações na viabilização dos estudos.

Ao colega de doutorado, Prof. Dr. Reges Durigon, que juntamente com toda equipe de professores, mestrandos, bolsistas, estagiários e colaboradores do Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas (NEMA – UFSM), muito me auxiliaram na realização deste trabalho e me mostraram o quanto é válido o trabalho em equipe.

Ao acadêmico Lucas Broch (URI - Erechim), pela constante disponibilidade em auxiliar.

# RESUMO

Tese de doutorado

Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola

Universidade Federal de Santa Maria

## **ANÁLISE ECONÔMICA E EXPERIÊNCIA COMPARATIVA ENTRE AGRICULTURA DE PRECISÃO E TRADICIONAL**

AUTOR: VALMIR WERNER

ORIENTADOR: JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER

Local e data da defesa: Santa Maria, 01 de Novembro de 2007

O estudo foi desenvolvido na fazenda Anna, localizada no município de Não-me-Toque – RS, no período compreendido entre as safras de 2002/03 e 2005/06. Nas áreas manejadas em agricultura de precisão, foram gerados mapas de produtividade da cultura, com base em informações coletadas, através de sensores que equipam a colhedora, mapas de fertilidade do solo, com base em amostragens de solo georeferenciadas e mapas de aplicação de fertilizantes em taxas variáveis, segundo as prescrições das amostragens de solo, no sistema de agricultura de precisão. No presente estudo de caso, compararam-se, economicamente, os resultados da cultura da soja nos dois talhões, manejados em agricultura de precisão, com os resultados das demais áreas da fazenda manejadas pela agricultura tradicional (médias). Os principais resultados do trabalho demonstram que, na agricultura de precisão, o custo médio de produção da soja foi 0,3% menor em relação ao manejo em agricultura tradicional. A margem líquida foi superior naquela em R\$ 81,18 ha<sup>-1</sup>, representando uma diferença de 18,4%. A lucratividade média da cultura da soja foi de 36,0% na AP e de 32,2% na AT. A rentabilidade média passou de 3,3% no manejo tradicional para 3,9%, ao adotar o manejo da AP. Isto resultou no retorno do investimento em 2,9 safras de soja nos 256 ha manejados, neste sistema.

Palavras-chave: manejo georeferenciado, custo de produção, rentabilidade.

## **ABSTRACT**

Doctorate Thesis  
Graduate Program in Agricultural Engineering  
Federal University of Santa Maria

### **ECONOMICAL ANALYSIS AND COMPARATIVE EXPERIENCE BETWEEN PRECISION AND TRADITIONAL AGRICULTURE**

AUTHOR: VALMIR WERNER

ADVISER: JOSÉ FERNANDO SCHLOSSER

Place and date of the defense: Santa Maria, November, 1<sup>th</sup> 2007

The study was developed in the farm Anna, located in the municipal district of Nãome-Toque – RS, in the period included among the crops of 2002/03 and 2005/06. In the precision farming worked areas were generated yield maps of the culture, with information collected through sensors that equip the harvester, maps of soil fertility, with are based in geo-referenced soil samplings of soils, and maps of fertilizers application in variable rates, according to the prescriptions of the soil samplings in the precision agriculture system. In the present case study whether it compared the economically results of the soy crop in the two areas, handled in precision agriculture, with the results of the other areas of the farm, managed by the traditional farming (averages). The main results of the study demonstrate that in the precision farming the medium cost, of the soy production, was 0,3% smaller in relation to the handling in traditional farming. The liquid margin was higher in that in R\$ 81,18 ha<sup>-1</sup>, representing a difference of 18,4%. The medium of the soy culture was more lucrative in 36,0% in AP and 32,2% in AT. The medium profitability rose from 3,3% in the traditional management to 3,9%, when adopting the AP. This resulted in a investment return of 2,9 soy crops in the 256 hectare handling, in this system.

Keywords: geo-referenced management, production cost, profitability



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Crescimento da produção de alimentos e da população mundial .....	20
FIGURA 2- Balanço mundial da oferta e demanda de soja.....	22
FIGURA 3 - Área cultivada com grãos no Brasil e a participação das principais .....	25
FIGURA 4 - Produção nacional de grãos e a participação das principais culturas....	25
FIGURA 5 - Produtividade das principais culturas no Brasil .....	26
FIGURA 6 – Cotação da soja (saca de 60 kg) na Bolsa de Chicago, USA .....	27
FIGURA 7 - Representação do custo total .....	43
FIGURA 8 – Vista aérea do talhão Schmitt (AP) e talhão Sede (AT) .....	62
FIGURA 9 – Vista aérea do talhão da Lagoa (AP) .....	63
FIGURA 10 – Distribuidor de fertilizantes a taxas variáveis .....	64
FIGURA 11 – Colhedora Massey Ferguson modelo MF 34 equipada com monitor Datavision® .....	66
FIGURA 12 – Detalhes do sensor de rendimento da colhedora MF 34 .....	66
FIGURA 13 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2002 a junho de 2006 .....	90
FIGURA 14 - Resultados econômicos das 4 safras de soja nos dois sistemas de manejo .....	103
FIGURA 15 - Resultados econômicos dos 2 anos de produção de soja sem estiagem nos dois sistemas de manejo.....	104
FIGURA 16 - Resultados econômicos dos 2 anos de produção de soja com estiagem nos dois sistemas de manejo.....	105
FIGURA 17 – Tempo de retorno do investimento, com base na margem líquida, em agricultura de precisão.....	107
FIGURA 18 - Mapa de produtividade da soja do talhão Schmitt safra 2002/03 .....	108

FIGURA 19- Mapa de produtividade da soja do talhão Lagoa safra 2002/03 .....	109
FIGURA 20 - Mapa de produtividade de soja do talhão Schmitt - safra 2004/05 ....	111
FIGURA 21 - Mapa de produtividade de soja do talhão Schmitt safra 2005/06 .....	112
FIGURA 22 - Mapa de produtividade de soja do talhão Lagoa safra 2005/06 .....	113
FIGURA 23 – Efeito da depreciação de 3, 5 e 10 anos sobre os custos totais e sobre a margem líquida na cultura da soja nas 4 safras avaliadas .....	117
FIGURA 24 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2002 a junho de 2003. ....	132
FIGURA 25 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2003 a junho de 2004. ....	132
FIGURA 26 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2004 a junho de 2005. ....	133
FIGURA 27 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2005 a junho de 2006. ....	133

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Correspondência entre os métodos e indicações de decisão para as atividades.....	57
QUADRO 2 - Valor financiável para custeio de lavouras .....	80
QUADRO 3 – Benfeitorias da propriedade: ano de edificação, sistema de utilização, valor avaliado para 2002, vida útil, valor residual e depreciação .....	85
QUADRO 4 – Máquinas da propriedade, com os anos de aquisição, utilização, valor avaliado para 2002, vida útil, valor residual e depreciação.....	86
QUADRO 5 - Áreas cultivadas com soja e milho na safra 2002/03 e seus respectivos valores de avaliação (terra nua) .....	88
QUADRO 6 - Receita bruta nos dois sistemas de cultivo na safra agrícola de 2002/03 .....	93
QUADRO 7 - Custos fixos calculados para a safra agrícola de 2002/03 nos dois sistemas de cultivo.....	95
QUADRO 8 - Custos variáveis nos dois sistemas das safras 2002/03 à 2005/06.....	97
QUADRO 9 - Resultados econômicos das 4 safras avaliadas .....	101
QUADRO 10 - Análise de sensibilidade da margem operacional total por hectare nas quatro safras.....	114
QUADRO 11 – Análise de sensibilidade da margem líquida nos dois sistemas de produção.....	116
QUADRO 12 - Resultados dos modelos matemáticos utilizando o fluxo caixa médio das safras de 2002/03 a 2005/06 .....	118
QUADRO 13 - Resultados dos modelos matemáticos utilizando o fluxo caixa real, no período de 2003 a 2006, simulando o último ano como cenário futuro .	121

QUADRO 14 - Resultados dos modelos matemáticos utilizando o fluxo caixa da safra 2005/2006 como um cenário normal para a cultura.....	122
--	-----

## LISTA DE ABREVIATURAS

- AP - Agricultura de Precisão
- AT - Agricultura Tradicional (Agricultura de médias)
- CF - Custo Fixo
- CFT - Custo Fixo Total
- COE - Custo Operacional Efetivo
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento
- COT - Custo Operacional Total
- CT - Custo Total
- CUB - Custo Unitário Básico
- CV - Custo Variável
- CVT - Custo Variável Total
- DGPS - *Differential Global Positioning System*
- FAO - *Food and Agriculture Organization*
- FLC - Fluxo Líquido de Caixa
- GIS - *Geographic Information System* (Sistemas de informação geográfica)
- GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)
- IBC - Índice de relação benefício-custo
- IFPRI - *International Food Policy Research Institute*
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
- ITR - Imposto Territorial Rural
- KCL - Cloreto de Potássio
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- MB - Margem Bruta
- MC - Margem de Contribuição
- MOE - Margem Operacional Efetiva

ML - Margem Líquida

MOT - Margem Operacional Total

N - Número de anos (0,1,2,3,...)

PRC - Período de recuperação de capital

RBT - Receita Bruta Total

RI - Retorno sobre o investimento

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SFT - Super Fosfato Triplo

SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do RS

TIR - Taxa Interna de Retorno

TDA - Tração Dianteira Auxiliar

USDA - United States Department of Agriculture

VPL - Valor Presente Líquido

VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado

VPLN - Valor Presente Líquido Normalizado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1 Caracterização do problema .....	16
1.2 Justificativa.....	17
1.3 Objetivos .....	19
1.4 Hipótese .....	19
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
2.1 Produção de alimentos e segurança alimentar mundial.....	20
2.2 Produção mundial de soja.....	21
2.3 O agronegócio brasileiro .....	22
2.3.1 Produção nacional de grãos.....	24
2.3.2 Evolução dos preços da soja no Brasil e a rentabilidade da cultura.....	27
2.4 Efeitos do clima na cultura da soja no RS. ....	28
2.5 Agricultura de Precisão .....	30
2.5.1 Resultados econômicos da agricultura de precisão no Brasil .....	34
2.5.2 Amostragem de solos em agricultura de precisão.....	38
2.5.3 Mapeamento da produtividade em agricultura de precisão .....	39
2.6 Análise econômica de propriedades rurais .....	40
2.6.1 Custos .....	41
2.6.1.1 Custos Diretos.....	41
2.6.1.2. Custos Indiretos .....	42
2.6.2 Custos de produção .....	42
2.6.2.1 Custos fixos.....	44
2.6.2.2 Custos Variáveis .....	48
2.6.2.3 Custos Totais .....	52
2.6.2.4 Critérios de rateio .....	52
2.6.3 Indicadores de desempenho .....	53
2.7 Análise econômica de projetos.....	55

<b>2.8</b>	<b>Análise de sensibilidade.....</b>	<b>58</b>
<b>2.9</b>	<b>O estudo de caso .....</b>	<b>59</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>61</b>
<b>3.1</b>	<b>Material.....</b>	<b>61</b>
3.1.1	Localização da área de estudos.....	61
3.1.2	Características geográficas das áreas experimentais .....	62
3.1.3	Máquinas e equipamentos da propriedade .....	63
<b>3.2</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>67</b>
3.2.1	Entrevistas e técnicas de coleta de dados .....	68
3.2.2	Coleta de dados a campo.....	69
3.2.3	Custos de produção .....	75
3.2.4	Indicadores de desempenho .....	81
3.2.5	Análise econômica dos sistemas de produção.....	83
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>85</b>
<b>4.1</b>	<b>Inventário de bens móveis e imóveis da propriedade .....</b>	<b>85</b>
<b>4.2</b>	<b>Índices pluviométricos nas safras 2002/03 a 2005/06 na região de Passo Fundo-RS .....</b>	<b>88</b>
<b>4.3</b>	<b>Receita bruta da cultura da soja nas safras 2002/03 a 2005/06.....</b>	<b>92</b>
<b>4.4</b>	<b>Custos Fixos da cultura da soja nas safras 2002/03 a 2005/06.....</b>	<b>94</b>
<b>4.5</b>	<b>Custos variáveis da cultura da soja nas safras 2002/03 a 2005/06 .....</b>	<b>96</b>
<b>4.6</b>	<b>Resultados econômicos da soja nas safras 2002/03 a 2005/06 .....</b>	<b>99</b>
<b>4.7</b>	<b>Mapas de produtividade da soja nas safras 2002/03 a 2005/06.....</b>	<b>108</b>
<b>4.8</b>	<b>Análise de sensibilidade da margem operacional nas safras 2002/03 a 2005/06 .....</b>	<b>113</b>
<b>4.9</b>	<b>Efeito da depreciação no custo de produção e margem líquida nas 4 safras de soja.....</b>	<b>116</b>
<b>4.10</b>	<b>Análise financeira comparativa da AP e AT nas 4 safras de soja.....</b>	<b>118</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>123</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>124</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>125</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>132</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Caracterização do problema

O setor agrícola e, mais especificamente, a produção agrícola brasileira apresentam um grande potencial de crescimento. Dispõem de clima favorável que possibilita duas ou mais safras anuais, grandes extensões de terras agricultáveis e ainda inexploradas, abundante disponibilidade de água, produtores e agroindústrias com um bom nível tecnológico, além de uma demanda mundial de alimentos em crescimento. Se for analisada a situação do consumo interno de alimentos, dispõe-se também de um grande potencial de crescimento, bastando para isso, de uma política econômica mais adequada (VIEIRA e BRIZOLLA, 2007).

Segundo Molin (2001), a agricultura de precisão (doravante AP), como é concebida atualmente, tem suas raízes na pressão por uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente, nos países europeus, e, logo após, nos Estados Unidos. O carro chefe do desenvolvimento tecnológico foi a necessidade de dosar os insumos de forma a maximizar a produção sem que os potenciais excedentes de fertilizantes e defensivos comprometam a qualidade da água.

Para Coelho (2007), é importante que a agricultura seja analisada como um centro que dinamiza várias atividades econômicas relacionadas à produção agrícola (lavoura, pecuária e extração vegetal), ao fornecimento de insumos ao sistema e ao processo agroindustrial e de suporte para o fluxo dos produtos até o consumidor final. Estão vinculados ao setor de produção agrícola, as indústrias de fertilizantes, defensivos, máquinas e equipamentos agrícolas, financiamentos (crédito), pesquisa agropecuária e o transporte de insumos.

Neste contexto, a AP se apresenta como um conjunto de ferramentas tecnológicas que interfere diretamente no sistema administrativo da propriedade. Atualmente, é possível pensar em administrar, considerando diferenças espaciais na lavoura, através de um conjunto de técnicas de utilização de eletrônica e computação, que podem proporcionar um alto nível de controle dos insumos e das práticas agrícolas usadas na produção vegetal. Trabalhar respeitando-se as diferenças locais não significa variar os tratamentos do local, mas sim estender esta

prática de gerenciamento a uma maior abrangência, começando pelo fato de monitorar o negócio agrícola, entendendo os processos envolvidos, aplicando diferentes recursos, com o claro objetivo de evitar o desperdício de espaço e insumos.

Existe uma forte relação entre a AP e o manejo sustentável dos solos. Sabe-se que os recursos naturais são finitos e que não se pode aplicá-los de maneira uniforme em um meio altamente variável, sem que os excessos sejam carreados aos rios e fontes de água.

O interesse em informações econômicas, referentes à utilização tecnológica da AP, provém não somente dos usuários da tecnologia que estão constantemente em busca de melhorias em seus meios produtivos, como também dos grupos empresariais fornecedores de equipamentos, os quais vêm e necessitam desse tipo de conhecimento também por questões de marketing. É muito mais fácil convencer o potencial usuário a adquirir uma determinada tecnologia quando existem exemplos concretos e, logicamente, bem sucedidos relacionados à mesma.

Outro grupo com grande interesse em informações técnicas e econômicas são as empresas prestadoras de serviços de assistência técnica, que vêm surgir uma nova oportunidade de negócios. Além deste grupo prestador de assistência técnica, surge, no mercado, outro grupo empresarial que adquire todo o conjunto tecnológico de ponta e presta serviços junto aos produtores que não têm interesse ou recursos de capital para isso.

## **1.2 Justificativa**

A agricultura atualmente passa por uma fase onde a busca por rentabilidade é constante. Os mercados globalizados impõem cada vez mais aos produtores um constante aumento da produtividade e a redução dos custos de produção para manter a viabilidade econômica do negócio. Há poucos anos o incremento da produtividade estava baseado praticamente no aumento da utilização de insumos químicos, buscando logicamente a máxima eficiência técnica. Com o aprimoramento tecnológico da AP, possibilita-se um novo ganho em produtividade pela melhor alocação de insumos, dentro de uma mesma lavoura, fator desconsiderado até

então. Isso permite maximizar o rendimento em áreas com potencial produtivo maior e economizar insumos em áreas com limitação técnica. Esse sistema pode levar a uma redução dos custos de produção, bem como a um grande benefício ambiental pela diminuição das perdas de insumos por lixiviação para as camadas mais profundas do solo ou carreamento superficial.

A escolha da propriedade em estudo se deve a alguns importantes fatores relacionados à produção no estado do Rio Grande do Sul. A propriedade se localiza no município de Não-me-Toque-RS, situado numa região com diversas indústrias. Caracteriza-se pela agricultura forte, bastante diversificada quanto às culturas cultivadas, bem como, quanto ao tamanho das propriedades. A região se destaca também por adotar avançada tecnologia na produção com utilização de quantidades bastante elevadas de insumos nos sistemas produtivos. No município e região existe um cooperativismo bastante ativo que possibilita o associativismo entre agricultores, facilitando a aquisição de equipamentos mais tecnificados para uso na AP. Importante ao desenvolvimento regional, apresenta-se a Fazenda Anna, propriedade pioneira no manejo em AP, no Rio Grande do Sul, já disponibilizando da tecnologia desde o ano de 2000, com um histórico de trabalho nessa área. Desde o ano de 2002/03 a UFSM, através do setor de Máquinas e Mecanização Agrícola e do setor de Uso, Manejo e Conservação do Solo, vem realizando trabalhos de acompanhamento na referida propriedade, buscando acompanhar e desenvolver a tecnologia no Rio Grande do Sul.

Além dos fatores mencionados anteriormente, realizou-se um levantamento durante a participação em eventos do setor do agronegócio, como exposições e feiras no interior do Rio Grande do Sul, dos principais questionamentos dos produtores. Nestes eventos, sempre ficou bastante evidente o interesse dos produtores na tecnologia. Porém, eles buscavam saber, num primeiro momento, quais os resultados econômicos obtidos na propriedade em questão, durante os anos de experiência na AP. Dentre os principais questionamentos dos produtores pode-se destacar: qual a viabilidade econômica da adoção do sistema? Quais são os investimentos necessários e seus respectivos custos? Qual o tempo de retorno desse investimento? Além disso, o agricultor busca informações sobre qual o tamanho da área necessário a ser manejado para suportar a aquisição do sistema. Neste trabalho, buscou-se responder algumas das referidas questões na propriedade em estudo. Destaca-se que os resultados obtidos dependem de vários

fatores, como capital imobilizado na produção, tecnologia e manejo adotado antes e durante o manejo em AP, condições climáticas, entre outros, fatores estes que variam entre as diferentes unidades de produção e de uma safra para outra. A pesquisa pode servir como uma referência para que os demais produtores rurais da região, potenciais usuários da tecnologia, possam embasar suas decisões quanto às condições tecnológicas necessárias para adotar ou não o sistema de AP bem como, os possíveis retornos financeiros que podem auferir.

### **1.3 Objetivos**

Objetivo geral:

Avaliar economicamente os sistemas de manejo em AP e agricultura tradicional (doravante AT), em nível de fazenda, num projeto piloto.

Objetivos específicos:

- Obter os custos de produção da cultura da soja das safras agrícolas de 2003 a 2006, nos dois sistemas de produção;
- Determinar a lucratividade obtida na cultura da soja nas safras agrícolas de 2003 a 2006, nos dois sistemas de produção;
- Determinar o tempo de retorno do investimento em AP na fazenda, nos 256 ha manejados.

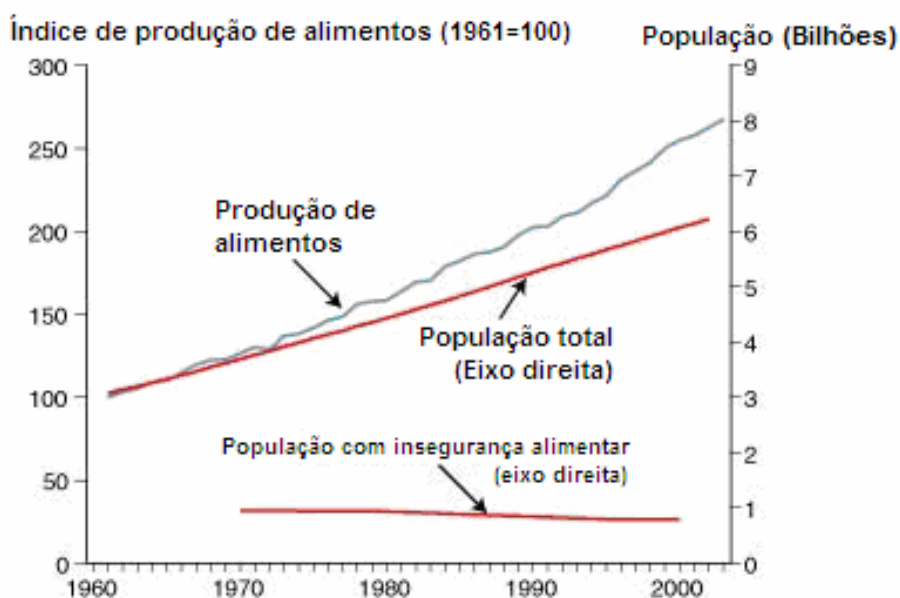
### **1.4 Hipótese**

A aplicação da AP na cultura da soja promove maior retorno econômico que a AT.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção de alimentos e segurança alimentar mundial

Segundo Wiebe (2006), nas últimas décadas, o aumento mais rápido da produção de alimentos, em relação à população mundial, ocorreu em função da maior utilização dos recursos disponíveis, da melhoria tecnológica e da eficiência produtiva. Contudo, mundialmente, mais de 800 milhões de pessoas ainda permanecem na insegurança alimentar (Figura 1).



Fonte: Adaptado Wiebe (2006)

FIGURA 1 - Crescimento da produção de alimentos e da população mundial

Segundo Bongaarts (2001), no mundo, estão ocorrendo mudanças demográficas sem precedentes, principalmente pela expansão populacional. A população mundial que, em 2001, era de 6,1 bilhões de pessoas, 3,0 bilhões a mais que em 1960, somará outros 3,0 bilhões, provavelmente, ainda antes de 2050. Este crescimento populacional foi a principal causa de uma demanda crescente de alimentos, água e outros recursos naturais no passado e continuará sendo o caso no futuro previsível.

Segundo Rosegrant et al. (2001), o aumento na demanda global de cereais foi projetado em 1,3% ao ano entre 1997 e 2020, principalmente, nos países em desenvolvimento. Porém, a demanda será decrescente em relação às taxas históricas, pois as taxas de crescimento populacional estão recuando, e a demanda por cereais também está se retraindo em alguns países.

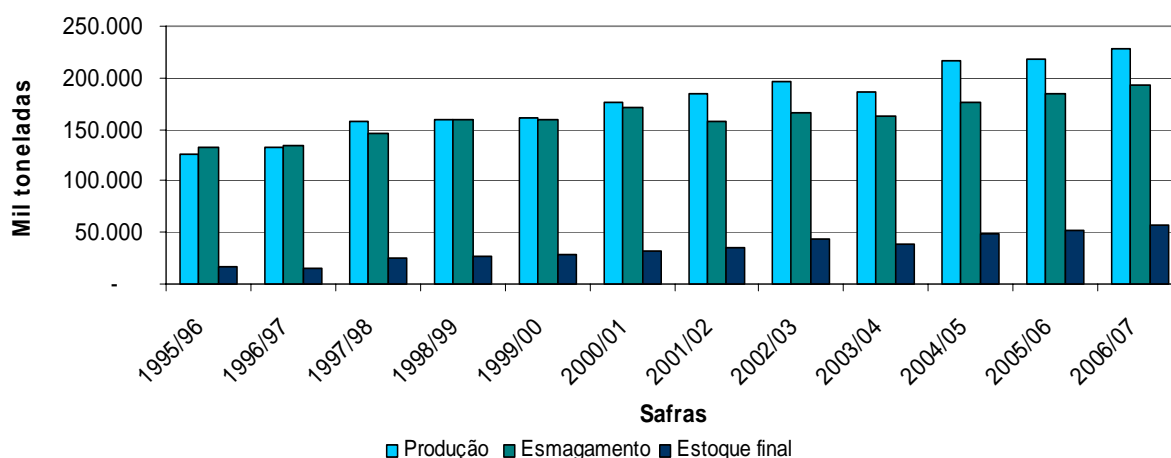
No referente à produção mundial de cereais, Rosegrant et al. (2001) inferem que as projeções apresentam um aumento em 1,26% ao ano entre 1997 e 2020, capaz de elevar a produção per capita anual em aproximadamente 0,2%. Isto deverá ser suficiente para suprir a exigência nutricional num futuro próximo dependendo, no entanto, da disponibilidade e qualidade dos recursos produtivos, bem como de investimentos em pesquisas, medidas políticas e incentivos de mercado.

Com relação à área de produção mundial, Wiebe (2006) informa que houve um aumento aproximado de 0,3% ao ano desde 1961, atingindo 1,54 bilhões de hectares em 2002. Porém, devido à baixa dos preços dos grãos, reformas políticas (América do Norte e Europa) e da mudança institucional na antiga União Soviética, esse crescimento reduziu para 0,1% ao ano na última década. A FAO estima a existência de 2,71 bilhões de hectares que poderão ser utilizados para produção. No entanto, são áreas com baixo potencial produtivo e significativo valor ambiental, além de estarem mal distribuídas. Isto significa que o incremento da produção terá que vir de aumentos nos rendimentos das áreas já cultivadas. Ainda, segundo a FAO, de 1961 a 1990, houve um aumento dos rendimentos em torno de 2,5% ao ano, tendo reduzido seu ritmo para 1,1%, na década de noventa. Para as próximas décadas, o *International Food Policy Research Institute* – IFPRI e a FAO projetam uma redução no acréscimo dos rendimentos para 0,8% ao ano, devido à redução de investimentos, mercado, problemas de infra-estrutura e baixos níveis de investimentos em pesquisa agrícola e tecnologia.

## **2.2 Produção mundial de soja**

Na Figura 2, estão representados os dados fornecidos pelo USDA (2007), referentes à cultura da soja. Na figura, visualiza-se um gradativo aumento da produção nos últimos 12 anos, passando de 125 milhões de toneladas na safra

1995/96 para aproximadamente 228 milhões de toneladas, em 2007. Já o esmagamento da oleaginosa também apresentou uma elevação significativa, passando de 132 milhões para 197 milhões de toneladas, na safra 2007. Assim sendo, os estoques da soja estão apresentando um acréscimo gradual, passando de 17,5 milhões para 57,5 milhões de toneladas em 2007.



Fonte: USDA (2007)

FIGURA 2- Balanço mundial da oferta e demanda de soja

Este resultado positivo da cultura da soja pode ser explicado pelo grande incremento na produtividade, obtido nos últimos anos. Este incremento pode ser atribuído ao avanço tecnológico na produção do grão como melhoria na qualidade genética da semente, lançamento de novas cultivares (mais produtivas), além da mudança no manejo da cultura, com a utilização da semeadura direta.

### 2.3 O agronegócio brasileiro

O setor agrícola tem fundamental importância no desenvolvimento da economia brasileira. Segundo informações do próprio Ministério da Agricultura (MAPA, 2004), o setor representa, em média, 33% do PIB brasileiro, 42% de toda a exportação nacional e 37% dos empregos brasileiros. Os crescentes índices de produção e produtividade, que podem ser observados neste setor, vêm sendo influenciados pelos investimentos dos empresários rurais que buscam desenvolver

sua empresa “dentro da porteira”, com investimentos no que há de mais moderno em técnicas de produção e no parque de máquinas. A atual conjuntura impõe aos empresários rurais excelência na gestão dos negócios antes, dentro e depois da porteira. Dentro da fazenda, o produtor rural começa a dar espaço ao empresário rural, que planeja, busca conhecimento, dá atenção aos riscos e busca conhecer o funcionamento dos mecanismos de comercialização, para que a empresa possa crescer com sustentabilidade.

O agronegócio brasileiro, segundo Contini (2007), compreende atividades econômicas ligadas, basicamente, a: insumos para a agricultura, como fertilizantes, defensivos, corretivos; produção agrícola, compreendendo lavouras, pecuária, florestas e extrativismo; agroindustrialização dos produtos primários; transporte e comercialização de produtos primários e processados.

Para o MAPA (2004), o agronegócio é atualmente o principal impulsionador da economia brasileira, respondendo por um em cada três reais gerados no país. Isto é possível devido a seu clima diversificado, às chuvas regulares, à abundância em energia solar e à disponibilidade de aproximadamente 13% de toda água doce do planeta. Associado a estas condições, o Brasil tem uma área de 388 milhões de hectares de terras agricultáveis, férteis e de alta produtividade, restando ainda 90 milhões inexplorados. Tudo isso torna o país um lugar com vocação para a agropecuária e seus negócios associados. Devido ao expressivo crescimento do agronegócio brasileiro, no comércio internacional, nos últimos anos, a conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (Unctad) previu que o país será o maior produtor mundial de alimentos na próxima década.

Segundo Contini (2007), a segurança no abastecimento, principalmente de alimentos *in natura* e processados, depende do atual agronegócio e do seu desempenho. De acordo com o autor, a Europa, mais de meio século depois, não esquece a tragédia da fome, durante e logo após a segunda grande guerra mundial. Assim, até hoje subsidia seus produtores na ordem de US\$ 250 bilhões, caracterizando uma agricultura ineficiente do ponto de vista econômico. As crises de abastecimento interno de produtos básicos, verificados no Brasil, embora não freqüentes, têm trazido dificuldades de alimentação, principalmente, para as camadas mais pobres. Como conseqüência disso, a garantia de suprimento adequado de alimentos é uma questão básica de equidade e justiça social.

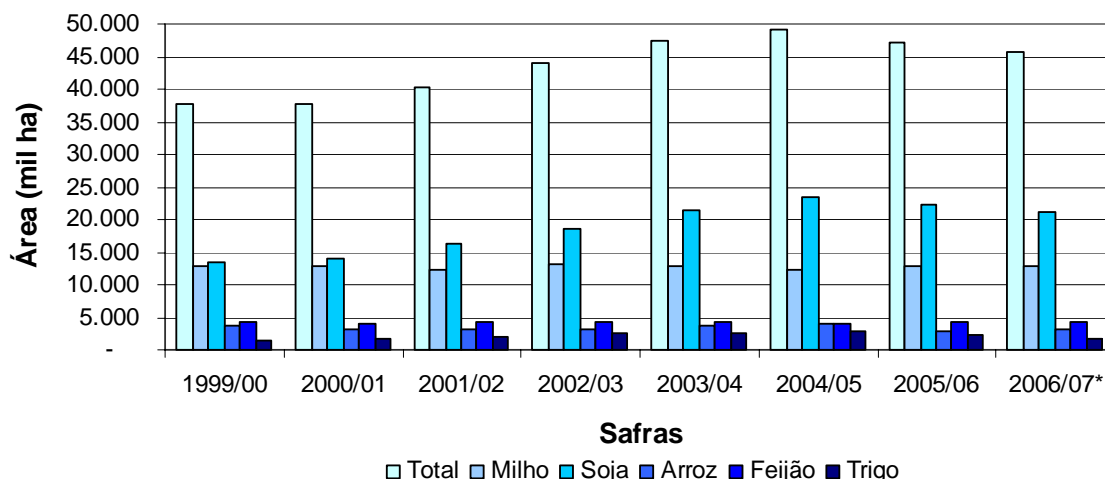


### 2.3.1 Produção nacional de grãos

De acordo com os dados do MAPA (2004), a produção de grãos passou de 57,8 milhões de toneladas para 123,2 milhões de toneladas, no período compreendido entre as safras 1990/91 a 2002/03. Com um crescimento de apenas 16% da área, passando de 36,8 milhões para 43,9 milhões de hectares, a produção cresceu 131% de 1990 a 1994. Esse importante aumento foi obtido através do crescimento de 85,5% do índice de produtividade em treze safras, passando do rendimento de 1,5 toneladas para 2,8 toneladas por hectare, nas principais culturas. Responsável por esse avanço, cita-se a pesquisa agropecuária, com o desenvolvimento de 529 novos cultivares, adaptados às diferentes regiões produtoras do país, a utilização de técnicas e tecnologias mais avançadas e ambientalmente mais corretas como correção de solos, recuperação de áreas degradadas de pastagens e outras culturas, bem como a semeadura direta na palha.

Utilizando-se os 90 milhões de hectares agricultáveis, ainda disponíveis, é possível ao país aumentar em pelo menos três vezes sua produção atual de grãos, ultrapassando os atuais 123,2 milhões e atingindo 367,2 milhões de toneladas. Se for considerada a incorporação à produção agrícola de 30% dos 220 milhões de hectares, atualmente ocupadas com pastagens, é possível chegar a 140 milhões de hectares, aumentando ainda mais o volume de produção. Tudo isso, apenas, expandindo a fronteira agrícola no Centro-Oeste e no Nordeste, sem qualquer impacto à Amazônia e respeitando a legislação ambiental (MAPA, 2004).

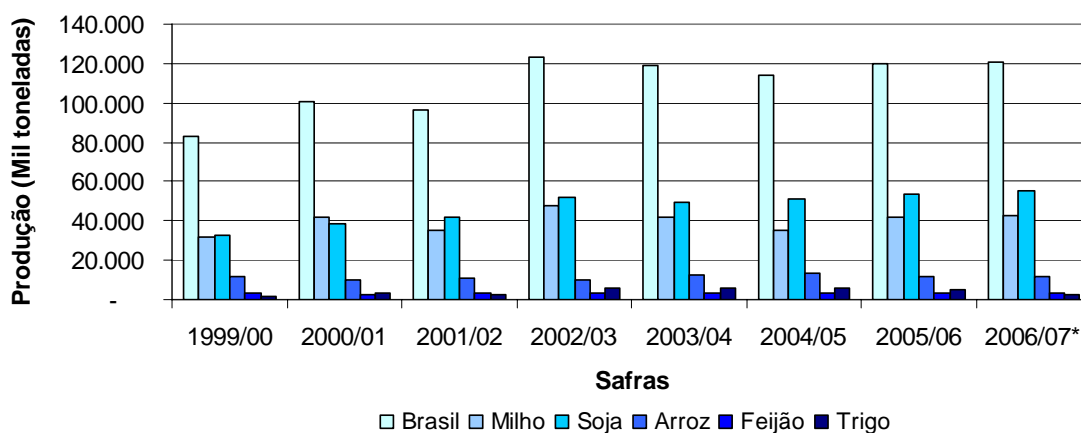
Com relação à área cultivada no Brasil (Figura 3), segundo dados do MAPA (2007), no ano agrícola 1999/00, cultivava-se em torno de 37,8 milhões de hectares, atingindo-se um pico de 49 milhões de hectares na safra 2004/05, diminuindo-se novamente para 45,6 milhões de hectares, nas estimativas para a safra 2006/07. A cultura com maior participação, com 43% da área cultivada é a soja que passou de 13,5 milhões para 21 milhões nas estimativas para a safra 2006/07. O milho participa com 29% da área cultivada, seguido pelo feijão com 10%, o arroz com 8% e o trigo com 5% de participação. Visualiza-se, ainda, na Figura 4, que apenas a soja aumentou a área cultivada, sendo que o milho, o feijão e o trigo permaneceram estáveis nos seus patamares, enquanto que o arroz apresentou um pequeno decréscimo na área cultivada.



\* Estimativa

FIGURA 3 - Área cultivada com grãos no Brasil e a participação das principais

Na Figura 4, está representada a produção nacional de grãos, por culturas, nesta década. Observa-se que a produção total oscila em torno de 120 milhões de toneladas. É importante destacar que, na agricultura brasileira, as culturas da soja, do milho e do arroz são os principais representantes em termos de produção, participando com mais de 90% da produção total.



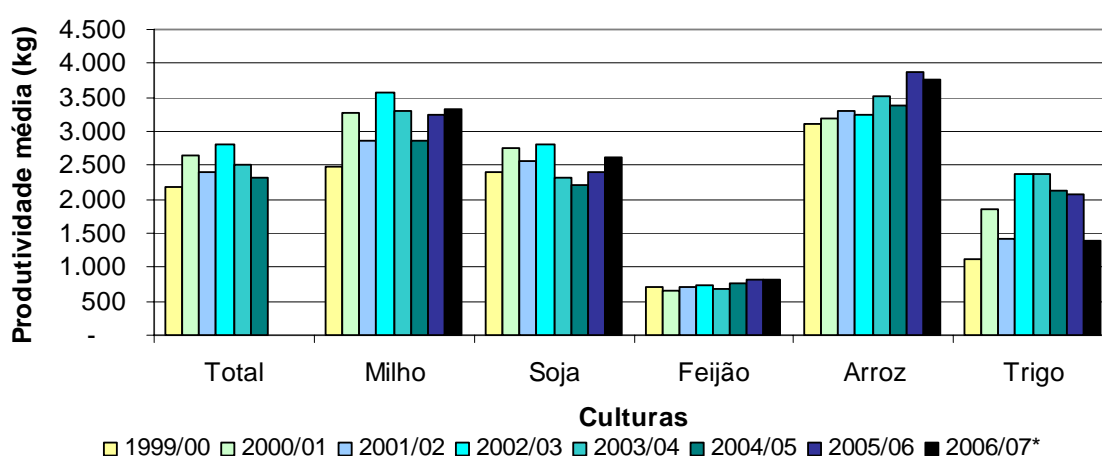
\* Estimativa

FIGURA 4 - Produção nacional de grãos e a participação das principais culturas

Destas três culturas, no início da década, o milho era a cultura com maior produção, tendo sido ultrapassada pela cultura da soja. Observa-se que a soja anualmente incrementou a produção, chegando à safra de 2006/07, com uma participação média das 8 safras de 42,7% da produção nacional de grãos. O milho e o arroz permanecem com uma participação de 36,7% e 10,5%, respectivamente, no mesmo período. Ainda de acordo com a Figura 5, verifica-se que as culturas de

arroz, de feijão e de trigo não tiveram incrementos de produção, durante o período, inclusive, ocorrendo uma redução na produção do trigo, nas últimas safras. Isso ocorre possivelmente pela ausência de incentivos para estas culturas e do baixo retorno dos investimentos necessários à produção.

A produtividade média nacional das culturas, segundo informações do MAPA (2007), apresentou um pico na safra 2002/03 e, um decréscimo nas duas safras seguintes (Figura 5). Na fonte coletada, não se dispunha ainda das produtividades da safra 2005/06 e da estimativa para a safra 2006/07.



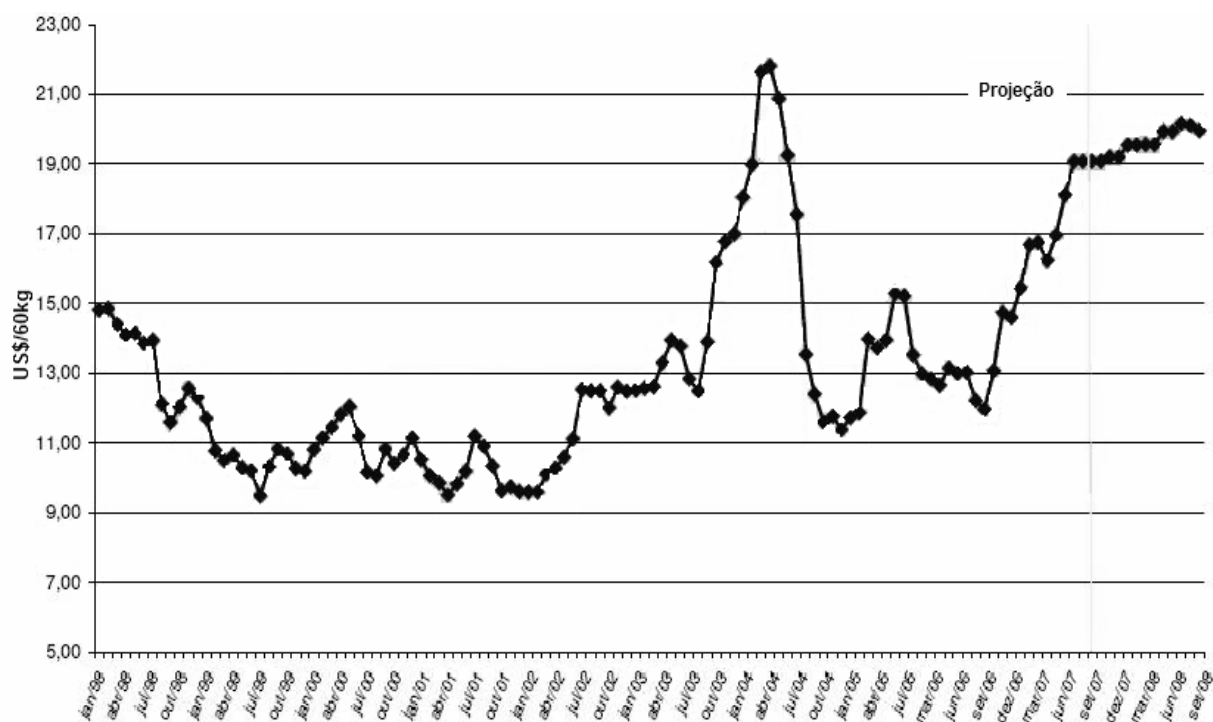
\* Estimativa

FIGURA 5 - Produtividade das principais culturas no Brasil

Quanto à produtividade média das culturas individualmente, verifica-se, na Figura 6, que o milho apresentou um incremento na produtividade, nesta década, passando dos 2.500 kg ha<sup>-1</sup> em 1999/00 para mais de 3.300 kg ha<sup>-1</sup> em 2006/07. A soja apresentou oscilações no período, variando de 2.300 a 2.800 kg ha<sup>-1</sup>. O feijão é uma das principais culturas que ainda apresenta produtividade inferior aos 1.000 kg ha<sup>-1</sup>. Porém, apresentou um gradual aumento de produtividade chegando à faixa dos 800 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2005/06. O arroz é a cultura que apresentou os maiores ganhos em produtividade a partir da virada do milênio. Saiu do patamar dos 3.200 kg ha<sup>-1</sup> para quase 3.900 kg ha<sup>-1</sup> em 2005/06. O trigo também apresentou oscilações no período. Na safra 1999/00 a produtividade era de 1.130 kg ha<sup>-1</sup>, alcançando um pico de 2.375 kg ha<sup>-1</sup> nas safras de 2002/03 e 2003/04, decrescendo gradativamente até 2.063 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2005/06. Estimativas indicam uma diminuição da produtividade para 1.395 kg ha<sup>-1</sup> na última safra.

### 2.3.2 Evolução dos preços da soja no Brasil e a rentabilidade da cultura

O preço da soja em grãos, por ser uma *commodity* de exportação, é balizado pelo mercado internacional, especificamente, na Bolsa de Chicago – CBOT, nos EUA (MORAES FILHO, 2006). Segundo o mesmo autor, recentemente, e devido ao aumento da produção do produto, no Hemisfério Sul Americano, a referida Bolsa de lançou, no mercado, o contrato de soja Sul Americana, com possibilidade de entrega do produto, nos portos brasileiros de Santos - SP e Paranaguá – PR. Na Figura 6, visualizam-se as cotações da soja, no mercado internacional, a partir de 1988 a setembro de 2007, e a projeção das cotações até setembro de 2008.



Fonte: Moraes Filho (2007)

FIGURA 6 – Cotação da soja (saca de 60 kg) na Bolsa de Chicago, USA

Nota-se claramente que, entre os anos de 2003 e 2004, houve significativo aumento na cotação, devido à quebra de safra, nos Estados Unidos. De acordo com Moraes Filho (2006), com a retomada da produção neste país e as safras maiores no Brasil e Argentina, as cotações voltaram a recuar, apresentando um ligeiro pico em meados de 2005, por causa da especulação, quanto a perdas nos EUA, o que de fato não aconteceu.

Ainda na Figura 6, é possível destacar que, do início de 1999 até maio de 2002, os preços da saca de 60 kg oscilaram entre 10 e 12 US\$. A partir de maio de 2002, os valores apresentaram uma recuperação, chegando ao pico de quase 22 US\$ em maio de 2004, retornando, ainda, em setembro, a oscilar em torno de 13 US\$. A partir de outubro de 2006, observa-se que os preços iniciaram nova elevação na cotação, chegando, atualmente, ao patamar de 19 US\$ a saca de 60 kg.

De acordo com Moraes Filho (2006), o desempenho econômico da cultura foi severamente comprometido, nas safras de 2004 e 2005, em consequência de fatores como a queda das cotações, associado ao expressivo aumento nos custos de produção de formação das lavouras. Além disso, a situação foi agravada pela ferrugem asiática. Em suas análises e estimativas, o autor infere que, nas safras de 2002/03, as margens referentes à diferença entre os custos variáveis e o preço pago ao produtor, variaram de R\$ 20,02, na região de Mato Grosso, até R\$ 27,20, na plataforma do Paraná. Estas margens foram decrescendo anualmente, sendo que, no final de 2005 e início de 2006, em regiões mais distantes das plataformas exportadoras do país, como no Mato Grosso, o resultado da rentabilidade chegou a ser negativa.

Por outro lado, ainda segundo Moraes Filho (2006), a questão da logística e infra-estrutura também será de fundamental importância para a manutenção de rentabilidade mínima, nas próximas safras, associado à obtenção de altas produtividades e racionalização no uso dos fatores de produção. Serão necessários investimentos em alternativas de transporte, novas plataformas de exportação e recuperação das estruturas existentes. Destaca-se ainda que, na atual situação e projeções de margens de rentabilidade extremamente ajustadas, qualquer despesa extra por parte do produtor pode comprometer sua lucratividade.

## **2.4 Efeitos do clima na cultura da soja no RS.**

A disponibilidade hídrica, de acordo com Farias et al. (2001), é um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade dos rendimentos da cultura de soja no tempo e no espaço. A adversidade climática pode ser considerada como um dos principais fatores de risco no cultivo da soja. Segundo o relatório sobre seguridade

agrícola, elaborado pelo Ministério do Planejamento Göpfert et al. (1993, citado por Farias et al. 2001, p.416), a ocorrência de secas no cultivo da soja aparece como principal evento sinistrante em 71% dos casos, seguidos por chuva excessiva (22% dos casos), granizo e geada. Menciona-se ainda perdas devido à tromba d'água e às enchentes, ao vento frio e forte, à variação excessiva de temperatura.

Farias et al. (1993) informam ainda que, nas secas ocorridas, nas safras de soja de 1977/78 e 1978/79, na Região Sul, as perdas médias foram de 32% em cada ano, diminuindo a produção em aproximadamente 7,2 milhões de toneladas de grãos. Ainda, segundo os autores, na safra de 1990/91, as perdas verificadas pela seca, no RS, chegaram próximo a 70%, baixando o rendimento da média de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> em 1989/90 para 750 kg ha<sup>-1</sup> em 1990/91.

Segundo Matzenauer et al. (2005), no RS, em 4 safras, entre 1995/96 e 2001/02, ocorreram reduções significativas na produtividade devido à deficiência hídrica, representando perdas de 1,27; 1,23; 1,79 e 1,34 milhões de toneladas de grãos em cada.

Ainda Bisotto e Farias (2003) inferem que, entre as safras de soja de 1997/98 e 2002/03, verificou-se uma variabilidade na produção de soja de 1.459 kg ha<sup>-1</sup>, na safra de 1998/99 a 2.670 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2002/03.

Segundo Matzenauer et al. (2002), os resultados de pesquisas demonstram que, em cada vinte anos, nove safras de soja têm produtividades reduzidas por deficiências hídricas, causadas pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular das chuvas. Ainda, segundo os autores, o período crítico da cultura da soja é do início da floração até o enchimento de grãos, período em que a precipitação pluvial, na maioria dos anos, não é suficiente para atender à demanda hídrica da cultura em diversas localidades do Rio Grande do Sul.

Nos trabalhos de Ávila et al. (1996), utilizando dados mensais de precipitação pluvial e evapotranspiração potencial, concluiu-se que a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial, no Rio Grande do Sul, no período de dezembro a fevereiro, é inferior a 60% em praticamente todo o Estado, o que determina elevada frequência de deficiências hídricas.

## 2.5 Agricultura de Precisão

O tema AP é bastante atual no meio agrícola brasileiro. Para alguns produtores, sua utilização é uma realidade como ferramenta para a busca da máxima eficiência gerencial da propriedade. No sistema de AT ou de médias, ainda amplamente praticado no Brasil, desconsidera-se a variabilidade existente nas áreas de produção, aplicando-se os recursos de produção da maneira mais uniforme possível, expressando os resultados alcançados através das médias. No sistema de AP, busca-se otimizar a aplicação dos recursos de produção, conforme a variabilidade existente em cada talhão. Além disso, nesse sistema, os resultados também são apresentados de acordo com a variabilidade das lavouras na forma de mapas e não mais somente pelas médias.

Como definição, Silva et al. (2000) denominam-na de AP localizada, de prescrição ou agricultura em taxas variáveis, à exploração refinada do processo produtivo agrícola, fazendo uso intenso da informação e tecnologia para identificar, analisar e manusear a variabilidade espacial e temporal dos fatores de produção. Tudo isso com o objetivo de otimizar a rentabilidade e a sustentabilidade das culturas, associadas à proteção do meio ambiente.

Para Saraiva et al. (2000), a AP é um novo paradigma de gerenciamento agrícola que está alterando a forma de se praticar agricultura em todo o mundo.

Para Molin (2001), num primeiro momento, a AP era vista apenas como um conjunto de ferramentas para o manejo localizado da lavoura. Posteriormente, passou-se a dar-lhe uma visão mais sistêmica do conjunto de ações que a compõe. Para o autor, esse tipo de agricultura é acima de tudo um sistema de gestão ou de gerenciamento da produção agrícola, composta por um conjunto de tecnologias e procedimentos utilizados para otimizar o sistema produtivo. Tem como elemento chave o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e dos fatores a ela relacionados.

Conforme Focht et al. (2004), a AP consiste de um conjunto de técnicas que envolvem máquinas e equipamentos, softwares e pessoal especializado, com objetivo de prover uma ferramenta mais apurada no referente ao gerenciamento agrícola. Esses autores também informam que, atualmente, no Brasil, a referida agricultura foge ao contexto do manejo em sítio específico, muito abordado por

diversos autores, na década de 90. É vista, atualmente, como um sistema mais amplo em que as variáveis não condizem apenas à produção, mas também são questionadas em relação a fatores ambientais e agronômicos.

De acordo com a Arvus (2007), a AP tende a criar uma situação virtuosa na agricultura pela redução no uso de agrotóxicos e insumos. Isso melhora a conservação dos solos cultivados, limitando a degradação do meio ambiente. Assim, quanto mais áreas utilizarem estas técnicas, menor será a degradação ambiental preservando a produtividade.

Toda intervenção no processo produtivo implica em alterações nos custos e nos benefícios. Isso torna importante a realização de avaliações na magnitude destas mudanças, com vistas a subsidiar o processo de decisão. Desconsiderando as implicações externas, envolvidas na adoção da técnica de AP, espera-se, como benefício, um incremento, proveniente do aumento de rendimento de produção e da redução de custos Gomilde (2001). Segundo o autor, uma das vantagens oferecidas pelo sistema é a possibilidade de medir, identificar, ordenar e interferir, no momento oportuno, nos fatores que limitam os rendimentos. No que se refere aos custos, o autor destaca aqueles relacionados à obtenção e análise das informações e à implementação de mudanças. Na obtenção de informações, destaca a importância em quantificar adequadamente todos os custos e benefícios, advindos da aquisição de equipamentos e softwares, gerenciamento, serviços contratados, dentre outros. Neste sentido, é relevante que os benefícios sejam maiores ou, pelo menos, iguais aos custos. Com relação aos fatores externos, e que, muitas vezes, são de difícil quantificação, destaca a preservação ambiental e a melhoria no sistema gerencial. A preservação ambiental está diretamente relacionada à utilização racional de fertilizantes, defensivos agrícolas e água de irrigação.

Para Amado et al. (2006), a resposta obtida pelos produtores ao tradicional manejo uniforme de uma determinada área será diferenciada em função do histórico da área, advindo de erosões, compactações, erros na aplicação de insumos – sub ou super-fertilizações - exportação de nutrientes pelas colheitas, entre outras. Portanto, manejar uniformemente uma área pode não conduzir à uniformização de atributos do solo. Com a identificação da variabilidade dentro da área, é possível investigar os fatores limitantes e propor alternativas diferenciadas de manejo. A utilização de zonas de manejo, que representam regiões geográficas, com menor heterogeneidade de atributos de solo, permite prescrever interferências para corrigir



os atributos que comprometem o rendimento, buscando elevar o potencial produtivo. Caso não seja possível solucionar os fatores limitantes, existe a possibilidade de aumentar a eficiência na utilização de insumos ajustando a quantidade aplicada ao potencial produtivo da zona de manejo.

De acordo com Mohamed et al. (1996), o excesso de fertilizantes pode gerar impactos negativos na qualidade das águas subterrâneas e reduzir as margens de lucro, enquanto que a sua falta pode restringir a produtividade e a qualidade da cultura. Desta forma, é importante que seja destacado o papel do Brasil na manutenção da qualidade da água, visto que, é um país que detém um grande percentual da água potável do mundo.

Segundo Oliveira (2000), com o aumento da competitividade na agricultura e a diminuição das intervenções por parte dos governos, o custo de produção torna-se um importante instrumento de planejamento e gerenciamento dos negócios agropecuários, induzindo à necessidade de redução dos custos e à aplicação de métodos de controle dos mesmos.

Ainda Guimarães e Vieira, (1990 citado por Feiden, 2001, p. 6) inferem que a análise da atividade econômica, através do custo de produção, é um forte subsídio para a tomada de decisões na empresa agrícola. Segundo os autores, na economia clássica, os custos de produção são entendidos como a soma dos valores de todos os recursos e operações, utilizadas no processo produtivo de uma atividade. Determinar os custos de produção é uma prática necessária e indispensável ao bom administrador, apesar dos muitos problemas com relação ao processo de apuração de dados.

O aparato tecnológico, atualmente disponibilizado para AP, envolve além do maquinário normalmente utilizado na agricultura, uma série de sensores, controladores, sistemas de posicionamento, equipamentos de informática, etc.. Todo esse aparato tecnológico gera um enorme banco de informações que necessita ser trabalhado por técnicos, com conhecimento adequado, para benefício do produtor. Além do problema da atual falta desses técnicos no mercado, os pequenos produtores rurais e os grandes empresários questionam a viabilidade técnica e econômica dessa agricultura antes de dar um passo no sentido da adoção do sistema.

Um fator de grande importância no desenvolvimento do sistema AP foi a liberação do sistema de GPS pelo exército americano para uso civil. Desenvolvido

inicialmente para fins militares, passou a ter fundamental importância no georeferenciamento das lavouras, na coleta georeferenciada de informações, no posicionamento do maquinário a campo, ou seja, nas várias etapas do ciclo dessa agricultura. Com relação à precisão no posicionamento do maquinário no campo, Stafford (1996b citado por Elias 1998) informa que diferentes operações ou atividades exigem diferentes precisões dos sistemas de GPS. Para o mapeamento da produtividade, por exemplo, não há necessidade de se utilizar sistemas de posicionamento com precisão superior a 10 metros. Para a aplicação localizada de defensivos entre as linhas de plantio, a precisão do sistema de posicionamento deve ser maior ou igual a 100 milímetros. O autor salientou ainda que, quanto maior a precisão dos equipamentos destinados à realização das operações localizadas, maior o custo desta operação.

Fraisse e Faoro (1998) defendem que o fator mais importante, na adoção de novas tecnologias, pelo produtor, é o econômico. Eles ressaltam, porém, que os benefícios econômicos da aplicação de novas tecnologias variam em função da cultura, da heterogeneidade da área plantada e ainda em relação a outros fatores como, por exemplo, o clima. Neste sentido, a AP requer o uso intensivo de tecnologias de ponta, sendo necessário o estabelecimento de um programa de treinamento adequado de mão-de-obra e de disponibilidade de assistência técnica eficiente.

Segundo Lowenberg-DeBoer (2000), a maioria dos estudos econômicos em AP, utilizando aplicações em taxas variáveis, mostram que existe uma clara relação entre o valor das culturas e a viabilidade prática do sistema. O mesmo autor infere que a referida tecnologia pode ser analisada como outra nova tecnologia qualquer. Informação é um insumo de produção como semente, fertilizantes, agroquímicos, combustíveis. Informação tem valor quando leva a melhores decisões. Caso seja utilizada por múltiplos anos, deve ser tratado como insumo durável. Na maioria dos casos, é mais difícil estimar os benefícios da AP do que seus custos. Para o autor, os benefícios econômicos dela são localizados. É provável que a rentabilidade varie de fazenda para fazenda, devido aos diferentes solos, aos históricos de manejo, aos micro climas, além de outros fatores.

Snyder et al. (1996) estudaram o valor econômico de aplicações em taxa variável de nitrogênio usando mapas de produtividade para criar metas de rendimento. Os resultados indicaram o potencial para uso lucrativo da AP no manejo

de N. O benefício econômico será dependente da correta identificação dos lugares no campo onde doses adicionais aumentariam rendimento, ou, onde doses reduzidas diminuem custos, mantendo o potencial de rendimento.

De acordo com Lowenberg-DeBoer e Griffin (2006), as características da agricultura brasileira sugerem que adoção da AP seja lenta e desigual, como na maior parte do mundo. Preço da terra relativamente baixos, custos de mão-de-obra modestos, pouca administração induziram a variabilidade de solos. Além disso, os relativos baixos usos de computadores nas fazendas, produção de culturas de baixo valor agregado e o elevado custo de equipamentos tecnológicos importados sugerem um retardo na adoção do sistema, principalmente no monitoramento de rendimento para ajustes detalhados nas aplicações em taxas variáveis. Por outro lado, os autores inferem que, nas produções de escala, particularmente, nos cerrados, favorecem a adoção das tecnologias de orientação por GPS, principalmente pela diminuição dos custos da correção diferencial.

Lowenberg-DeBoer e Griffin (2006) afirmam ainda que a AP clássica pode ser adotada rapidamente para culturas com alto valor agregado, como nas lavouras de citros, por exemplo e, em áreas cultivadas, com alto valor das terras, como em São Paulo, Paraná no Rio Grande do sul.

Quanto à melhoria no sistema gerencial, Gomilde (2001), informa que devido ao esperado rigoroso controle em AP, gerar-se-á um grande número de informações relevantes que poderão ser usadas na gerência da atividade.

Uma das etapas na determinação da viabilidade econômica de uma atividade agrícola é a confecção dos custos de produção. Segundo Antunes e Engel (1999), esta etapa em uma atividade de produção qualquer é o detalhamento de todas as despesas diretas e indiretas que devem ser controladas para se saber, com exatidão, o quanto se está investindo e gastando para produzir.

### 2.5.1 Resultados econômicos da agricultura de precisão no Brasil

Atualmente já se encontram publicados na bibliografia uma série de trabalhos, apresentando resultados da AP. Em trabalhos na região de Sorriso-MT, Maraschin et al. (2002) realizaram aplicações de calagem em faixas, determinadas a partir de

mapas de necessidade de calagem, e fosfato em taxas variáveis. A análise de custo do manejo localizado da calagem, utilizando um equipamento tradicional, apresentou um custo superior à faixa média e à aplicação pelo método tradicional em R\$ 1,80 ha<sup>-1</sup> e R\$ 4,27 ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo os autores, o método tradicional se mostrou mais econômico que a taxa variável, porque o valor médio de Ca + Mg foi baixo e mais de 90% das amostras apresentaram valores abaixo do nível crítico. No custo comparativo da fosfatagem, utilizando a recomendação média, os autores obtiveram um custo da aplicação de fósforo em AP de R\$ 233,72 ha<sup>-1</sup>, superior em R\$ 23,43 ha<sup>-1</sup> quando comparado à AT. Neste caso, o valor de fósforo foi baixo, com cerca de 78,6% das amostras, inferior ao nível crítico. Em ambos os casos, os autores justificam a utilização da aplicação em taxa variável, apesar de apresentar uma quantidade ligeiramente superior ao método tradicional, na expectativa de aumento na produção da safra seguinte. Eles concluem que a pesquisa mostrou uma acentuada variabilidade espacial dos atributos analisados, sendo muito importante conhecê-la para evitar a recomendação “cega” pelas médias. Defendem ainda a existência da necessidade de acompanhar a variabilidade de todos os atributos possíveis de serem determinados para obter um gerenciamento mais efetivo da produtividade.

Nos trabalhos com calagem realizados por Focht et al. (2004), em três áreas localizadas no Mato Grosso (304,94 ha), na Bahia (163,02 ha) e no Paraná (33,33 ha), aplicando-se as taxas máximas necessárias, utilizou-se 188,30 Mg, 18,76 Mg e 38,65 Mg de calcário, respectivamente, na tecnologia de AP. Caso fosse aplicada pela taxa média, as quantidades a serem recomendadas seriam de 60 kg ha<sup>-1</sup>, 0,00 kg ha<sup>-1</sup> e 860 kg ha<sup>-1</sup> de calcário, totalizando 18,29 Mg, 0,00 Mg e 28,66 Mg, respectivamente, para as áreas localizadas no MT, BA e PR. Nos três casos, torna-se evidente que a AP utilizou maiores quantidades de calcário. Por outro lado, os autores observaram que nenhuma das taxas que seriam recomendadas para aplicação no sistema tradicional supriria as necessidades encontradas nos talhões. Além disso, a AP atende aos aspectos agronômicos por aplicar a quantidade de insumos mais próxima à correta, na região mais adequada para cada talhão. Em seu trabalho, acentuam que esta tecnologia trabalha, procurando a estabilidade do que é econômica, ambiental e agronomicamente mais correto. Enfatizam que não importa a região, conformação do talhão ou mesmo o histórico da área, em todas as áreas do Brasil existe uma variabilidade intrínseca que deve ser explorada e não mantida

ou mesmo aumentada. Associado a isso, a maioria dos insumos são finitos na natureza, demandando uma melhor utilização. Quando isso ocorrer, as plantas podem intensificar a absorção de nutrientes, melhorar seu desenvolvimento, bem como e diminuir a possibilidade da perda dos mesmos para o ambiente, havendo a possibilidade de contaminar os corpos de água.

Uma análise de custos da tecnologia de AP, no setor sucro-alcooleiro, foi realizado por Menegatti et al. (2004). Numa área de 468,9 ha, no ano de 2003, foram coletadas amostras de solo em grade, numa densidade de 3 a 5 hectares por amostra. Realizou-se uma análise comparativa entre a aplicação em taxa fixa versus variada de fósforo e calcário. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que o consumo estimado de calcário em taxa fixa seria de 945 Mg, enquanto que o consumo em taxa variada foi de 620 Mg, representando uma redução de aproximadamente 35%. Quanto ao fósforo, o consumo foi reduzido de 148 Mg para 90 Mg, o que representa uma diminuição de 39%. Em seu trabalho, os autores observaram que o investimento em informações e insumos na área decresceu de R\$ 87.233,94 no sistema de AT para R\$ 55.388,40 no sistema de AP gerando um saldo positivo de R\$ 31.845,54. Os custos de amostragem e de laboratório foram maiores neste sistema, subindo de 0,94 R\$ ha<sup>-1</sup> naquele para 2,54 R\$ ha<sup>-1</sup> no sistema de amostragem em grade. Porém, o custo total da operação caiu de 186,04 R\$ ha<sup>-1</sup>, na AT, para 118,12 R\$ ha<sup>-1</sup> na AP o que representa uma redução de 36,5%. Como a área anual de reforma do canavial da usina é de, aproximadamente, 6.500 ha, e estendendo os resultados obtidos para esta área, estimaram-se os custos de calagem e fosfatagem no sistema tradicional em R\$ 1.209.260,00 e no sistema de AP em R\$ 767.780,00, gerando um saldo positivo para a AP de R\$ 441.480,00. Os autores inferem ainda que, utilizando parte deste saldo na aquisição de 4 conjuntos de equipamentos eletrônicos e hidráulicos, num custo aproximado de R\$ 60.000,00 por conjunto, restariam ainda R\$ 261.480,00 que poderiam ser reinvestidos no canavial ou contribuir para o lucro líquido da usina. Os autores concluem, em seu trabalho, que a ferramenta da aplicação em taxa variável mostrou-se bastante viável para as condições da usina.

Os trabalhos realizados por Mattoso (2002), na fazenda Recanto em Sidrolândia – MS, em uma área 119 hectares de soja, mostraram os seguintes resultados. Numa pequena área de 0,04 ha, houve um prejuízo de 0,00 a R\$ 104,00 ha<sup>-1</sup>. Em outra área de 5,2 ha, a lucratividade variou de 0,00 a R\$ 289,00 ha<sup>-1</sup>. Em

uma terceira área de 62,8 ha, o lucro variou de R\$ 289,00 ha<sup>-1</sup> a R\$ 577,00 ha<sup>-1</sup>. Outra classe com 50,2 ha apresentou um lucro de R\$ 577,00 ha<sup>-1</sup> a R\$ 865,00 ha<sup>-1</sup>. A maior lucratividade foi obtida numa área de 0,8 ha, variando de R\$ 865,00 ha<sup>-1</sup> a R\$ 1.100,00 ha<sup>-1</sup>. O autor explica que para passar de uma faixa em que o lucro médio é de R\$ 500,00 ha<sup>-1</sup> para R\$ 700,00 ha<sup>-1</sup>, o produtor não poderá gastar mais do que R\$ 200,00 ha<sup>-1</sup>. Caso contrário, a interferência não seria lucrativa, sendo preferível deixar como está.

Algumas avaliações econômicas, realizadas em duas propriedades da região de Não-me-Toque-RS, mostram a economia obtida por dois produtores de soja, utilizando aplicações em taxas variáveis. De acordo com Amado et al. (2006), em um dos casos houve redução de 53% da quantidade de insumos aplicada a taxas variáveis se comparada à aplicação normalmente utilizada pelo produtor. Este manejo proporcionou diminuição de R\$ 7.979,00 em fertilizantes numa área de 45,2 ha. Ao considerar os custos operacionais com amostragens, análises laboratoriais, geração de mapas e aplicação de fósforo e potássio, elevou-se o custo operacional em R\$ 2.442,00, resultando numa economia de R\$ 5.537,00 para esta propriedade. Neste exemplo, os autores informam que a propriedade obteve este resultado econômico porque, nos anos anteriores, já vinha com um histórico de adubações de construção de fertilidade. No segundo exemplo, numa área de 52,49 ha, foi obtida uma economia de 25% na AP, totalizando R\$ 2.400,00. Por outro lado, o custo operacional calculado foi superior ao tradicional em R\$ 2.835,00, resultando ainda numa economia para aquela de R\$ 435,00. Os autores destacam, neste caso, que o custo operacional da AP está superestimado devido à densidade de amostragem ser maior que a comercialmente praticada. Além disso, nessa propriedade foi proposta a correção das áreas com baixa fertilidade, que poderá resultar em maiores rendimentos futuros. Nos dois exemplos apresentados pelos autores, fica evidenciado que, nem sempre os resultados econômicos alcançados no sistema de AP, são obtidos imediatamente, podendo ser necessário um tempo de investimentos na construção da fertilidade.

### 2.5.2 Amostragem de solos em agricultura de precisão

Um dos fatores mais importantes num programa de AP é a variabilidade do solo no campo, pois influencia diretamente a disponibilidade de nutrientes e água para as culturas. Os fatores que explicam a variabilidade dos solos de acordo com Helle e Conta (1999), podem ser inerentes ao solo tal como a topografia, a profundidade, a textura, a salinidade, ou condicionados ao seu uso, como a adubação utilizada e a compactação ocasionada por diversos agentes. Entre os fatores visíveis existe a erosão ou o fator topográfico. Porém, seus efeitos sobre a distribuição da umidade e nutrientes não o são. Para os autores, devido à mobilidade de alguns elementos e à agregação de outros às partículas de solo, estes poderão movimentar-se pelo efeito da erosão ou da aração. Assim, setores localizados nos pontos mais baixos do terreno tendem a deter maiores teores de fertilidade e umidade, sendo normalmente mais produtivos.

Para Fraisse e Faoro (1998 citado por UMEZU, 2003), atualmente, a maneira mais comum para amostragem do solo é o estabelecimento de uma rede de pontos, conhecida também como “grid”, espaçados regularmente no campo. O espaçamento utilizado nas áreas experimentais varia entre 20 e 30 metros. No caso de áreas comerciais, o número de amostras coletadas cai para 1 a 2,5 por hectare, devido ao custo envolvido no processo de amostragem e análise do solo.

Para a SBCS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004), com base num mapa geo-referenciado da área, é feita uma subdivisão em grade de células que podem variar de um a vários hectares. Os pontos amostrais podem ser localizados no centro da célula, nas interseções da grade ou, de forma aleatória, dentro das células. A comissão recomenda coletar de 5 a 8 subamostras num raio máximo de 3 metros, ao redor do ponto geo-referenciado. Já Coelho et al. (2006) informam que a amostragem pode ser ao acaso, coletando-se várias subamostras, ou pontual, na qual elas são coletadas num raio de 3 a 6 m, de um ponto central. Os autores informam que o espaçamento das grades (malhas) para amostragem de solos varia de 60 m x 60 m a 135 m x 135 m, em função da resolução desejada (precisão), associada aos custos. Em seu trabalho, eles inferem que o tempo da amostragem, numa área de 40 ha<sup>-1</sup>, aumenta de 2 horas para 36 horas, caso o número de amostras passe de 20 para 436. Já os custos aumentaram de R\$ 4,00

ha<sup>-1</sup> para R\$ 72,00 ha<sup>-1</sup>, na mesma área, com a diminuição da grade de 140 m x 140 m para 30 m x 30 metros.

### 2.5.3 Mapeamento da produtividade em agricultura de precisão

De acordo com Molin (2001), é consenso, entre os pesquisadores da área, que o mapa de produtividade é a informação mais completa para visualizar a variabilidade espacial das lavouras. Também é sabido que os mapas de colheita apresentam limitações e erros e que os equipamentos apresentam certas limitações de acurácia. Isto implica na necessidade de tratamento preliminar dos dados de campo para posteriormente gerar os mapas. Quanto à tecnologia disponível, é possível monitorar a produtividade de diversas culturas como café, algodão, cana de açúcar, amendoim, batata, tomate industrial, frutas, legumes, em geral, e até feno em fardos.

Segundo a Arvus (2007), os sistemas de mapeamento da colheita são capazes de armazenar as informações relativas à produtividade, durante o processo da colheita, georreferenciando os dados e adicionando as características da safra colhida. Os mapas resultantes mostram explicitamente as áreas, com variação da produtividade. Como este fator é o determinante nas decisões de gerenciamento, estes mapas são desejados para ratificar as decisões de gerenciamento e manejo do campo.

O primeiro mapa de produtividade, segundo Kilpp (2000), foi gerado, experimentalmente, pela Massey Ferguson, em 1985, estando o mesmo disponível comercialmente, desde 1991. Também, foi esta empresa a primeira companhia a produzir uma colheitadeira comercial para mapeamento de produtividade de grãos.

Comumente, a representação dos mapas de produtividade é feita através de pontos ou de isolinhas (Molin 2001). O mapa de pontos é formado por um conjunto de pontos delimitados por uma área de alguns metros quadrados. A representação das áreas por cada um desses pontos, em diferentes cores, de acordo com a produtividade, num plano cartesiano, representa um mapa de produtividade. Os mapas de isolinhas (linhas que delimitam produtividades dentro de um mesmo intervalo) são obtidos, manipulando-se alguma função específica do programa



informático utilizado para gerar o mapa. Para tanto, utiliza-se algum método de interpolação entre os pontos e de atenuação de pequenas variações locais.

Após a obtenção de mapas de produtividade, Sulzbach (2003) sugere que sejam formadas zonas de manejo (alta, média e baixa produtividade) e gerados mapas de fertilidade em tais zonas, com o intuito de identificar as prováveis causas dos diferentes níveis encontrados. Desta forma, é possível tentar adequar o solo às necessidades da cultura, requeridas para a produtividade almejada.

Para o monitoramento automatizado da produtividade agrícola e a elaboração dos mapas de produtividade, alguns componentes, normalmente, são encontrados, na maioria das colhedoras, tais como:

- Sensor de medição do fluxo de grãos;

- Sensor de teor de umidade de grãos;

- Sensor de velocidade de colheita;

- Sensor indicador da posição do cabeçote da colheitadeira;

- Monitor de funções das operações;

- Antena e receptor de GPS - Sistema de Posicionamento Global.

Além desses equipamentos e sensores, necessários para a coleta das informações de produtividade, necessita-se de um software GIS para realizar o armazenamento e tratamento dos dados coletados e a elaboração final dos mapas digitais.

## **2.6 Análise econômica de propriedades rurais**

Para a realização da análise econômica da propriedade rural, é necessário fazer, num primeiro momento, um levantamento detalhado dos bens produzidos, bem como de todos os fatores de custos relacionados às quantidades produzidas. Neste item, serão descritos os principais tipos de custos e os indicadores de desempenho para realização da análise de empreendimentos rurais.

## 2.6.1 Custos

De acordo com Teixeira e Gomes (1994), determinar os custos tem várias finalidades. Para o agricultor, serve como elemento auxiliar de sua administração na escolha das culturas, criações e práticas a utilizar. Pode fornecer também subsídios à formulação das políticas agrícolas no que se refere, por exemplo, ao cálculo das necessidades de crédito e fixação de preços mínimos.

Santos et al (2002) comentam sobre as características de um programa de custos que ultrapassa as fronteiras da contabilidade geral, e de custos para atingir um sistema de informações gerenciais. Apontam seu papel para auxiliar a administração na organização e controle da unidade de produção. Um sistema de custos revela ao administrador: as atividades menos custosas, as mais lucrativas, as operações de maior e menor custo e as vantagens de substituir uma pelas outras. Um dos seus principais objetivos é o de identificar os valores dos produtos, através da medida dos insumos utilizados, caracterizando-os em diretos e custos indiretos.

Dentre várias aplicações da contabilidade de custos, Ludícibus (1980) infere que a mesma fornece informações contábeis e financeiras para decisão entre alternativas. Informa ainda que esse tipo de decisão requer informações contábeis, que não são facilmente encontradas nos registros da contabilidade financeira. Na melhor das hipóteses, requerem um esforço extra de classificação, agregação e refinamento para poderem ser utilizadas em tais decisões.

### 2.6.1.1 Custos Diretos

Os custos diretos, numa propriedade rural, são aqueles provenientes de recursos específicos e exclusivos à atividade que os empregou, sendo atribuídos integralmente àquela atividade (FLOSS, 2004).

Ainda para Antunes e Ries (2001), os custos diretos são todas aquelas despesas capazes de ser diretamente apropriadas ou ligadas a uma determinada atividade produtiva, sem a necessidade de nenhum tipo de processamento intermediário ou rateio de valores.

### 2.6.1.2. Custos Indiretos

Os custos indiretos, segundo Floss (2004), são aqueles recursos de capital, utilizados em mais de uma atividade ou ainda pertencem ao grupo de despesas gerais da mesma. Portanto, segundo o autor, estes recursos requerem para a sua apropriação a realização de rateio feito proporcionalmente à requisição ou demanda de cada atividade.

Para Antunes e Ries (2001), os custos indiretos são aquelas despesas com insumos ou serviços empenhados em mais de um centro de custos. O benefício desta despesa será usado por mais de uma atividade. Dessa forma, esses valores necessitam de algum tipo de processamento para serem apropriados às atividades produtivas. Esse processamento deve ser feito por métodos e critérios de rateio utilizados no setor agropecuário.

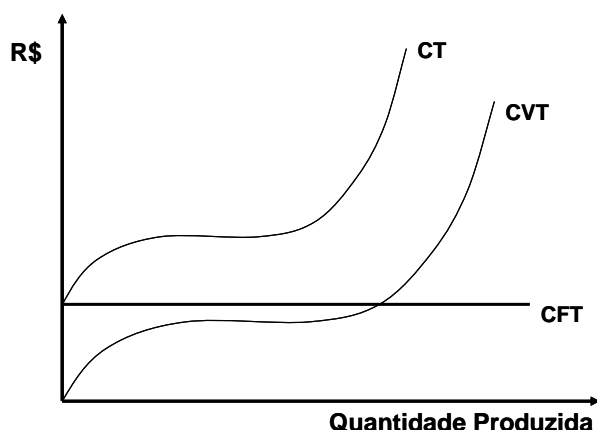
### 2.6.2 Custos de produção

O custo de produção é uma compensação financeira que os donos dos fatores de produção utilizam para produzir determinado bem, devem receber para que continuem fornecendo estes fatores à mesma (CANZIANI, 1998). O termo “compensação” é utilizado no conceito de custo de produção, porque nem sempre ocorre pagamento formal (em dinheiro). Exemplo disso pode ser a depreciação tecnológica de um trator ou o custo de oportunidade do capital investido em máquinas. Assim, no longo prazo deve sempre haver um rendimento ao capital próprio no montante, que poderia ser obtido emprestando-o a outras firmas.

É importante ao produtor estimar seu custo de produção antes do processo ou após o encerramento do mesmo. Na situação pré-produção, as estimativas de custos (orçamentos) são realizadas sobre o capital investido em bens produtivos de longa duração. Trata-se de uma forma possível da empresa recuperar o bem de capital, repondo-o, quando este se tornar economicamente obsoleto ou não seja mais possível utilizá-lo. Há a depreciação física (desgaste físico) proporcionada pelo

uso e a depreciação econômica ou obsolescência, devida às inovações tecnológicas (CANZIANI, 1998).

Para Feiden (2001), na determinação dos custos de produção de uma determinada atividade, fazem-se necessários a distinção dos chamados Custos Fixos dos Custos Variáveis e os conceitos deles derivados. Isto porque, em um processo produtivo, existem recursos que são totalmente consumidos e ou aplicados em um único ciclo de produção, deixando de ser utilizados e de onerar o produtor caso este interrompa a produção por qualquer razão. Este tipo de recursos são os que constituem os Custos de produção Variáveis (CV), pois variam também com a intensidade da exploração. Outros recursos, denominados de Custos Fixos (CF), são utilizados por mais de um ciclo de produção, onerando o produtor mesmo que este interrompa o processo produtivo, ou seja, independentemente da intensidade da exploração. A soma dos dois tipos de custos constitui os chamados Custos Totais (CT) (Figura 7).



Fonte: Floss 2004

FIGURA 7 - Representação do custo total

Para Mundstock (2007) os custos variáveis são os mais comumente utilizados pelos agricultores, servindo de subsídios para sua decisão de optar por uma cultura ou outra. Para o autor, ao optar por custos variáveis, ao invés da soma dos fixos mais variáveis, o agricultor pode enganar-se da rentabilidade da lavoura, caso sua remuneração seja inferior ao total desses custos. Isso tem levado ao insucesso de propriedades que mantinham altos custos totais e baixos/médios custos variáveis. Uma das principais causas para isso foi o uso de baixa tecnologia de produção.

As lavouras que produzem 1.500 kg ha<sup>-1</sup> ou 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de soja têm custos de produção variáveis muito próximos. O custo do uso de máquinas (combustível e manutenção) é pouco diferenciado entre estas duas lavouras, bem como os custos de uso de herbicidas, fungicidas, inseticidas e de pessoal. Para o autor, essas lavouras se diferenciam em maior grau pelo uso mais intenso de fertilizantes, cuidados maiores com pragas e moléstias e o uso de cultivares mais produtivas. O saber tecnológico permite que, com poucos investimentos a mais, o agricultor possa passar de uma condição de baixa tecnologia, muitas vezes com prejuízos, à alta tecnologia, com lucros.

#### 2.6.2.1 Custos fixos

Os custos fixos, para Antunes e Ries (2001), compõem-se da soma de todos os custos que permanecem inalterados, em termos físicos e de valor, independentemente do volume de produção dentro de um intervalo de tempo relevante. Para os autores, esse conceito somente pode ser aplicado, tendo-se consciência de que os custos fixos e variáveis estão sempre ligados aos conceitos de curto e longo prazo. Um custo é fixo, quando no curto prazo, não poderá ser alterado. Por outro lado, será variável, quando a curto prazo, as diferentes alternativas de produção levarão a diferentes comportamentos dos mesmos. Desta forma, a longo prazo, em teoria, não existem custos fixos, sendo todos variáveis.

Para Floss (2004), esses custos referem-se ao conjunto de custos que permanecem inalterados no curto prazo e, portanto, não variam em função da quantidade produzida. Ainda, independente do volume de produção ou do nível de atividades, requerem a sua amortização, sendo determinantes da capacidade produtiva. De acordo com o autor, correspondem aos seguintes aspectos:

- superam o curto prazo sendo renováveis em prazos superiores a um ciclo produtivo;
- não se incorporam nem são consumidos no curto prazo ou um ciclo produtivo, sendo sua participação definida pela vida útil e,
- podem ser recuperados em várias frações através do uso em sucessivas operações.

Ainda para Canziani (1998), são considerados custos fixos aqueles que não variam com a quantidade produzida. Geralmente representam o custo, decorrente do uso de capitais fixos da propriedade, além de impostos e de mão-de-obra permanente, entre outros. Em geral, enquadram-se nessa categoria, terras, benfeitorias, máquinas, equipamentos, impostos e taxas fixas, animais produtivos e de trabalho, sistematização e correção do solo, lavouras permanentes, dentre os mais importantes. Os principais itens que compõem o custo fixo são: a depreciação dos bens, os juros sobre o capital investido em terras e outros ativos fixos (benfeitorias, máquinas e implementos), seguros sobre o capital fixo, mão-de-obra permanente e mão-de-obra do produtor.

Com relação à análise dos resultados dos chamados custos fixos, Antunes e Ries (2001) chamam a atenção aos cuidados que se deve ter. Para os autores, é preciso grande planejamento e antecedência nas decisões. Estes custos geralmente são os grandes responsáveis por estruturas mal dimensionadas e pelo desperdício do lucro. Necessita-se da correta organização da empresa e conhecimento do negócio, para chegar a conclusões definitivas.

#### 2.6.2.1.1 Depreciação

A depreciação dos bens pode ser considerada como uma reserva contábil destinada a gerar fundos para a substituição do bem analisado. Para Floss (2004), a depreciação é uma reserva em valores monetários necessários para substituir os bens de capital, quando estes se tornarem obsoletos ou inúteis. Segundo o autor, é a forma pela qual a empresa disporá de recursos para recuperar o bem, ou substituí-lo, ao fim da sua vida útil que ocorre, normalmente, em função do desgaste físico ou pelas inovações tecnológicas (obsolescência).

Segundo Flores et al. (2001), todos os bens que são utilizados por períodos superiores a um ciclo de produção, como equipamentos, construções, implementos, ou mesmo animais, devem ter seus custos apropriados em todos os ciclos produtivos nos quais serão utilizados, não somente naquele em que foi adquirido. Para tanto, necessita-se realizar um levantamento da vida útil destes bens.

As taxas de depreciação para máquinas e implementos agrícolas, estabelecidas pelo imposto de renda, são estimadas. Quando uma taxa é fixada, por exemplo, 10%, é notável a ocorrência de desvios significativos, pois existem máquinas em que a vida útil não chega a 3 anos, e outras que ultrapassam 10 anos. A depreciação permitida, pelo fisco, para tratores, é em até 4 anos ou 25% ao ano. Pela falta de informações, é possível utilizar padrões para os países em desenvolvimento, proposto pelo Programa Cooperativo do Banco Mundial/FAO (SANTOS et al., 2002).

De acordo com Molina Júnior e Canale (1998), a depreciação real observada para os tratores agrícolas de rodas pode ser considerada linear. Os mesmos autores concluem ainda que a depreciação dos tratores agrícolas de rodas está dividida em duas fases distintas. A primeira fase ocorre entre a aquisição e o primeiro ano de uso, em que o valor de mercado sofre um decréscimo acentuado. A segunda fase inicia a partir do primeiro ano de uso, em que se observa um decréscimo constante e linear;

Na análise econômica em AP, Lowenberg-DeBoer (2000) calculou os custos dos equipamentos, considerando um valor residual de 10% do custo do equipamento e vida útil de 3 anos. Além do custo de depreciação do capital, tomou uma taxa de 0,09% do preço de compra, alocados para impostos de propriedade e seguros, e 2% do valor de aquisição para consertos e manutenção, baseado em experiência com outro equipamento da fazenda. O autor utilizou uma curta vida útil pela suposição conservadora da rápida mudança tecnológica. A vida útil dos equipamentos, para manejo localizado, pode ser semelhante a computadores e outros equipamentos eletrônicos. Sob estas condições, o custo anual do monitor de rendimento e do receptor de GPS para posicionamento foi de aproximadamente US\$ 9,34 ha<sup>-1</sup>, incluindo a correção diferencial. Por outro lado, o autor infere que, pela experiência com alguns equipamentos de AP, mediante atualizações de programas, os equipamentos base podem ter vida útil maior, similar aos de uso convencional. Cita que muitos dos monitores de rendimento, adquiridos em 1992, ainda estavam operando em 2000. Desta forma, ao considerar uma vida útil de 7 anos para tais equipamentos, os custos baixam para US\$ 5,59 ha<sup>-1</sup>, para esta propriedade.

Existem diversas maneiras utilizadas para depreciar bens. Os principais métodos, de acordo com Hoffman et al (1976), Noronha (1981), Witney (1988), Noronha et al (1991), Teixeira (1995), Oliveira (2000), Pereira (2003) e Flores et al.

(2001), são: o método das cotas constantes (linear), método dos saldos decrescentes, soma dos dígitos dos anos, fundo de recuperação do capital e valor de mercado.

O método das cotas constantes (linear) deprecia o bem ao longo de toda sua vida útil, com cotas iguais, ou seja, a perda de valor no primeiro ano da vida útil será igual ao último ano de uso. Este método, ainda, segundo Flores et al. (2001), serve para depreciar bens que têm utilidade igual durante toda a sua vida, como por exemplo, um galpão de alvenaria. Neste exemplo, um galpão que tenha vida útil de 35 anos cumprirá sua função de forma semelhante desde o primeiro ao último ano, mesmo estando com aparência desgastada ou com algumas goteiras. A redução na taxa de utilidade será pequena.

Por outro lado, o método das cotas variáveis deprecia os bens em cotas maiores, nos primeiros anos da vida útil, decrescendo com o passar do tempo. Para os autores, este método deve empregado para bens que têm redução no grau de aproveitamento ao longo da vida útil. Como exemplo, Flores et al. (2001), referem-se a um trator, o qual no primeiro ano será utilizado ao máximo, sendo que, nos anos seguintes, irá perder potência, ficará mais tempo na oficina, etc.

Ainda, o método da soma dos dígitos dos anos, da mesma forma que o método das cotas variáveis, apresenta valores diferentes de depreciação para cada ano. Este método é menos drástico nas cotas, nos primeiros anos, em relação ao método anterior. Este método, igualmente ao de cotas variáveis, pode ser utilizado para bens que tenham sua utilização diminuída ao longo dos anos.

Por último, o método da Reavaliação Anual ou valor de revenda. Neste método, tem-se a depreciação como a diferença monetária entre os valores das avaliações, realizadas no início e no final de cada ano agrícola, pelo seu valor de mercado (CANZIANI, 1998).

#### 2.6.2.1.2 Custos de oportunidade da terra ou juros sobre terras

Para Antunes e Ries (2001), este conceito de custo representa o montante de valor que se deixa de ganhar por optar em investir o capital que se possui, imobilizado em terras nas atividades produtivas ao invés de aplicar esses recursos



no mercado financeiro ou arrendá-lo para terceiros. Esse tipo de custo deve ser tratado com muito cuidado, pois, mesmo não sendo um desembolso, tem capacidade de mostrar o grau de eficiência produtiva das atividades que estão sendo avaliadas, através da verificação da capacidade de remuneração do capital investido.

De acordo com Floss (2004), existem duas formas básicas para estabelecimento desse tipo de custo. Uma delas é de que o valor deveria corresponder ao custo de arrendamento médio cobrado na região para terras com mesma aptidão, ocorrendo, normalmente, em terras próprias para a cultura e que tenham valores bem definidos. A outra forma diz respeito ao comparativo com as taxas de juros do mercado financeiro, situando-se, ao redor de 6% aa. Neste caso, é necessário deduzir a taxa anual de valorização da terra que se situa em torno de 3 a 5%, segundo a literatura.

#### 2.6.2.1.3 Custo de oportunidade do capital

Os custos de oportunidade do capital ou juros sobre o capital, segundo Floss (2004), refere-se à taxa de retorno que o capital investido na atividade teria se colocado numa fonte alternativa de investimento. Na prática, utiliza-se, como base, a aplicação tradicional no mercado financeiro que nos casos agrícolas é de 6% a.a.

Para Antunes e Ries (2001), esse conceito representa o montante do valor que se deixa de ganhar por investir o capital utilizado para fazer a atividade acontecer, ao invés de aplicá-lo no mercado financeiro. Também deve ser tratado com muito cuidado, pois, mesmo não sendo um desembolso, tem capacidade de mostrar o grau de eficiência produtiva das atividades.

#### 2.6.2.2 Custos Variáveis

Custos variáveis, segundo Canziani (1998), são aqueles custos que variam com a quantidade produzida. Representam geralmente as despesas diretas ou

explícitas, decorrentes do uso dos capitais, circulantes da propriedade, exigindo gastos monetários diretos. Como exemplos, o autor cita os gastos, com insumos de modo geral: (sementes, fertilizantes, defensivos, alimentos, medicamentos); serviços prestados por mão-de-obra temporária; serviços de máquinas e equipamentos executados, entre outros. O capital circulante é um bem de produção de gasto imediato, devendo ser compensado pelo próprio produto que ajudou a criar. Desta forma, é facilmente calculado e atribuído a determinado produto, não dependendo na maioria dos casos de processos de rateio.

Ainda segundo Floss (2004) os custos variáveis incorporam-se ao produto final, podendo ser alterado no curto prazo, favorecendo a tomada de decisão dos agricultores, sendo indicador significativo em circunstâncias próprias como comparativo entre culturas competitivas. Segundo o autor, são relevantes nas decisões das alternativas de atividades a serem adotadas. Como características, exigem gasto monetário direto ou efetivo e, tem duração inferior a um ciclo de produção.

#### 2.6.2.2.1 Custos com conservação e reparos de máquinas, equipamentos e benfeitorias

Os custos com conservação e reparos, segundo Floss (2004), representam o conjunto de despesas necessárias à manutenção do bem em condições de operação, de forma que cumpra sua função de uso. Segundo Canziani (1998), a retífica de um motor, por exemplo, não é considerado como gasto com conservação e reparos. Trata-se de uma despesa extraordinária (investimento), pois aumenta o valor e a vida útil restante do bem, devendo dessa forma, ser rateada no período de sua depreciação e entre as várias atividades que dele se beneficiam. Ainda Floss (2004) infere que, para efeitos de cálculo destes custos numa situação ex-ante, as estimativas normalmente aceitas são as seguintes:

Para a vida útil total das máquinas, utiliza-se um percentual do valor da máquina nova, que varia entre 6% a 8% ao ano ou 60 a 80% da vida útil total. Para os implementos e equipamentos agrícolas, o percentual sobre o valor do bem novo

costuma variar entre 4 a 10% ao ano ou 40 a 100% para a vida útil total. No caso de benfeitorias, entre 1 a 3% ao ano ou 30 a 90% para a vida útil total.

As despesas com reparos e manutenção compõem os mais elevados itens dos custos operacionais, o que pode ser atribuído ao uso intensivo dos tratores agrícolas, tornando antieconômica a utilização da máquina na empresa (OLIVEIRA et al., 2001). Para o autor, o responsável pelo gerenciamento do sistema mecanizado precisa estar atento aos fatores que afetam negativamente a vida útil do trator, tais como a falta de manutenção preventiva, a qualidade das peças de reposição, as retíficas periódicas e o treinamento inadequado do operador, pois, na preservação da vida útil dos tratores, representam a maior parte do seu custo unitário, juntamente com os gastos com combustíveis.

Para MACHADO et al. (1996), manutenção adequada, juntamente ao correto armazenamento das máquinas, aumenta a eficiência do trabalho, minimizando perdas de tempo com paradas para correção de eventuais problemas.

Em uma análise do estado de conservação de tratores, na região circunvizinha de Piracicaba SP, Cosentino (2004), separou os tratores de acordo com a condição (ruim, regular, boa, muito boa, ótima), conforme a vida útil em períodos, que vão de 0 a 5 anos de idade, 5 a 10 anos e tratores com mais de 10 anos. Observou a maior ocorrência de tratores com vida útil de 8, 9 e 10 anos, tendência possivelmente associada à utilização do trator até o final de sua vida útil, contábil ou econômica. No período de 0 a 5 anos, foram encontrados tratores em condições que variavam de regular a ótima, sendo 76% deles classificados como muito bom ou ótimo. No período de uso, compreendido entre 5 e 10 anos, verificou uma ampliação do percentual da nota regular, o desaparecimento de tratores com nota ótima e também uma diminuição das máquinas em estado de conservação muito boa, juntamente com uma ampliação do percentual daqueles em bom estado. Já os tratores, coletados com mais de 10 anos de idade, apresentaram aumento do estado de conservação ruim, representando 6% do total da maquinaria. Nessa idade, o aparecimento de nota 1 contrasta com os períodos anteriores, em que não se apresenta. Ocorreu também, uma diminuição dos tratores em boas condições (de 66% para 59%), e o aumento dos com estado regular (de 22% para 27%), em aproximadamente um terço das máquinas analisadas. A maquinaria considerada muito boa, apesar da retração em seus percentuais, ainda ocorreu em 8% dos dados coletados. De acordo com as constatações do autor, com o avanço da idade do

trator agrícola, a condição do estado de conservação deteriora, possivelmente, em função do desgaste e exaustão. Uma de suas conclusões foi de que a real depreciação de tratores de rodas no mercado assume uma redução de 37% do valor de aquisição no primeiro ano, seguindo-se uma queda constante ao longo da vida útil da máquina.

#### 2.6.2.2.2 Outros custos variáveis.

Estes custos geralmente são calculados, multiplicando-se a quantidade utilizada pelo preço unitário de cada fator de produção. Para Canziani (1998), além da conservação e reparos os itens mais comuns que compõem os custos variáveis, são:

- insumos agrícolas como sementes, defensivos e fertilizantes;
- combustíveis e lubrificantes;
- despesas com aluguel de máquinas;
- mão-de-obra temporária (diárias + encargos sociais);
- transporte externo (da fazenda ao armazém);
- despesas com recepção, secagem, limpeza e embalagem;
- assistência técnica;
- seguro sobre a produção (PROAGRO);
- impostos variáveis (Ex: INSS);
- juro sobre o capital de giro;
- despesas gerais;

Para Floss (2004), os insumos se constituem no principal desembolso monetário, sendo o custo determinante do processo. São englobados nessas despesas os gastos com sementes, insumos, fertilizantes, herbicidas, fungicidas e inseticidas. Segundo o autor, são os gastos mais visíveis e fáceis de serem controlados.

### 2.6.2.3 Custos Totais

Os custos totais, ou custos operacionais efetivos, conforme Floss (2004), é o resultado do somatório do custo fixo total e do custo variável total de uma determinada atividade produtiva. Segundo Antunes e Ries (2001), se o administrador dividir o custo total pela quantidade produzida, obterá o custo total médio por unidade produzida. Este resultado serve como guia ao administrador para lançar-se ao mercado na comercialização do produto, sabendo até onde poderá ir na comercialização sem prejuízos ou perdas para a atividade.

### 2.6.2.4 Critérios de rateio

O rateio dos custos indiretos, em uma propriedade agrícola, é executado através de fórmulas e métodos para dividir e separar os custos entre as várias atividades produtivas. Segundo Flores et al. (2001), deve-se considerar que por ser um critério, os valores alocados às atividades produtivas estarão muito próximos de estarem exatos, mas não serão exatos. Sempre existirá uma margem de erro. Os autores afirmam que estes métodos e fórmulas têm por objetivo atrelar as despesas e receitas, da forma mais justa e correta, a cada atividade responsável pela sua geração.

Segundo Flores et al. (2001), existem 5 critérios de rateio, devendo ser classificados e utilizados de acordo com o tipo de desembolso e de atividade produtiva em que os valores serão rateados. Os critérios apresentados pelos autores são o rateio por área utilizada, rateio por unidades animais das atividades, rateio por horas trabalhadas, rateio pela movimentação financeira e o rateio por divisão direta.

O rateio por área, como o nome já informa, consiste em dividir os valores proporcionalmente à área por cada atividade produtiva envolvida no rateio. Deve ser utilizado para rateio de valores comuns às várias atividades agrícolas.

O rateio por unidades animais das atividades é usado para ratear valores comuns a várias atividades produtivas da pecuária, realizado conforme o número de animais presentes em cada atividade produtiva.

O rateio por horas trabalhadas é utilizado para dividir os custos entre todas as atividades produtivas (agrícola e pecuária). É realizado proporcionalmente ao número de horas dedicadas a cada atividade produtiva desenvolvida.

O rateio por movimentação financeira é tomado para separar custos entre todas as atividades desenvolvidas na produção. Rateia-se proporcionalmente a movimentação financeira, em módulo, de cada atividade produtiva (somatório das receitas e despesas realizadas).

Por último, tem-se o critério por divisão direta, devendo ser empregado em último caso quando nenhum dos outros for possível. É baseado na escolha de uma porcentagem ideal de rateio, separando despesas e receitas entre duas ou mais atividade de produção.

Canziani (1998) explica que, em atividades, com intensidade de exploração muito semelhante, como, por exemplo, a produção de grãos, pode-se tomar a área cultivada como parâmetro de rateio de custos fixos de produção.

### 2.6.3 Indicadores de desempenho

Um dos principais objetivos da administração rural é estabelecer claramente os resultados de uma atividade ou da propriedade como um todo (FLOSS, 2004).

Segundo Canziani (1998), a receita bruta ou receita caixa representa o resultado de uma atividade em valores monetários. É expressa de forma simples, multiplicando-se o preço do produto pela quantidade produzida. Esta pode ser formada pelos seguintes itens:

- produtos e subprodutos vegetais e animais vendidos durante o ano agrícola;
- produtos e subprodutos produzidos e consumidos na propriedade;
- receitas provenientes de arrendamentos de terras, aluguel de máquinas etc.;
- receitas provenientes da venda de bens imobilizados.

Por outro lado, a denominada receita não caixa representa o resultado da atividade em valores não monetários. Esta pode ser formada pelos seguintes itens:

- aumento do valor do rebanho graças ao crescimento e engorda;
- aumento do valor do inventário de máquinas, Implementos, benfeitorias, etc., graças à reforma ou compra;

- aumento do valor do inventário da terra graças à sistematização ou correção do solo;
- aumento do valor do inventário de insumos e produtos em estoque.

Um dos principais objetivos da administração rural é apurar o resultado de uma determinada atividade ou da empresa como um todo. A análise consiste, em geral, na comparação da receita com o custo de produção.

Segundo Antunes e Ries (2001), descontando-se da margem bruta todos os custos variáveis, obtém-se a margem de contribuição (MC). De acordo com os autores, a MC indica os valores que cada produto ou unidade de produto comercializado pode contribuir para cobrir o total dos custos despendidos para a sua produção. Este índice pode ser muito útil para atividades produtivas que não sofrem controle de custos detalhado. Permite ao produtor saber se o seu produto está deixando ou não uma boa margem para cobrir os custos fixos.

Um indicador importante de resultado pode ser a margem bruta (MB) ou margem operacional efetiva (MOE), que, segundo Antunes e Ries (2001), representa a diferença contábil entre a receita bruta gerada por uma atividade e o total de desembolsos realizados para desenvolvê-la. Ainda, o desembolso total ou custo operacional efetivo (COE) engloba todos os custos variáveis e parte dos custos fixos. Desconsideram-se, nessa equação, apenas os custos com depreciação, oportunidade da terra própria e custos de oportunidade de capital.

A margem operacional total (MOT) representa a diferença entre a receita bruta total e o custo operacional total (COT). O COT é representado pelo COE, somado aos custos, com depreciação de máquinas e benfeitorias.

O custo total (CT) de produção engloba todos os custos. Calcula-se, somando ao COT os custos de oportunidade da terra, os custos de oportunidade do capital imobilizado e os custos sobre o capital de giro.

Por fim, ao descontar os custos totais das receitas obtidas em uma atividade, obtém-se a margem líquida (ML) ou lucro líquido (FLOSS, 2004).

Com relação à análise da lucratividade, com vistas a direcionar os rumos da empresa, existem algumas situações típicas que definem a situação financeira da empresa que são o lucro econômico ou supernormal, o lucro normal ou de oportunidade, o lucro abaixo do normal e a receita igual aos custos variáveis e o prejuízo operacional (FLOSS, 2004).

Segundo Floss (2004), diz-se que uma empresa está operando numa situação de lucro supernormal ou econômico quando a RBT for maior que o CT. Essa é a situação ideal de desempenho que garante ao produtor possibilidades de investimento. Já o lucro normal ocorre quando a receita bruta total for igual ao custo total, pois todos os fatores de produção estariam sendo remunerados adequadamente (inclusive a terra, a mão-de-obra do empresário, etc.). É uma situação que indica estabilidade da empresa por proporcionar uma rentabilidade igual a melhor alternativa. A situação de lucro abaixo do normal ocorre quando RBT for menor que o CT. Esta situação indica que a empresa segue produzindo, mas sem remunerar todos os fatores de produção, devendo reverter essa situação. A condição em que a receita bruta é igual aos custos variáveis indica um cenário de elevada instabilidade, situação que pode perdurar no curto prazo. Por fim, a situação de prejuízo operacional, em que as receitas não cobrem os custos variáveis, necessita-se de capital externo para a manutenção das atividades. Esta situação não se sustenta no curto prazo, ficando a margem do processo produtivo.

Ponto de nivelamento é o nível de produção no qual uma atividade tem seus custos iguais as suas receitas, ou seja, mostra o nível mínimo de produção, além do qual a atividade dará retornos positivos e, aquém da qual, dará prejuízos.

O ponto de nivelamento pode ser expresso em várias unidades, quais sejam: produtividade ou preço de nivelamento sobre o custo variável, produtividade ou preço de nivelamento sobre o custo total.

## **2.7 Análise econômica de projetos**

Técnicas e métodos de seleção de projetos são mais utilizados eventualmente por grandes empresas ou em alguns casos de investimentos públicos Noronha (1987). O autor infere que, para um fazendeiro ou uma empresa rural, fazer uso desses conhecimentos, em sua tomada de decisão, não necessariamente terá que dominar ou absorver estes conhecimentos técnicos, pois, em países de agricultura mais desenvolvida, essas técnicas são, freqüentemente, usadas pelos serviços de assistência técnica oficial e privada.



No Brasil, a assistência técnica oficial, bem como empresas particulares, faz uso de projetos agropecuários como meio para levar ao agricultor o crédito agrícola e, através dele, novas tecnologias para aumentar a produtividade no setor. Noronha (1987) explica ainda que os fazendeiros selecionam alternativas de investimento, mesmo sem assistência técnica, algumas vezes, baseados apenas na experiência própria ou aproveitando experiências de vizinhos bem sucedidos, em determinado empreendimento.

Alguns instrumentos de análise financeira que possibilitam avaliar projetos de investimento são apresentados por Noronha (1987), Dossa et al. (2000). A decisão de investir é de natureza complexa, pois há um grande número de fatores que intervêm, destacando-se os de natureza pessoal. Existem casos em que a maior rentabilidade, entre diferentes atividades num sistema de produção, é suficiente para a decisão. Isto pode ocorrer se o critério estabelecido pelo empresário for de obter um retorno esperado igual ou maior que a taxa de atratividade do capital no mercado financeiro, ou seja, se ele obtiver o valor do custo de oportunidade do dinheiro numa aplicação financeira alternativa. Caso o empresário observar que uma alternativa supera a outra, poderá optar por correr risco na aplicação que tiver expectativa de maior rentabilidade. Assim, a taxa mínima de retorno aceitável para investir será aquela que se obtém com o menor risco possível. Para tanto, o uso de métodos de avaliação de oportunidades de investimento podem resultar em indicativos das melhores alternativas de implementação (DOSSA et al., 2000).

A busca da melhor alternativa de modelar uma estimativa no médio e longo prazo se apóia no fluxo de caixa. Estas análises se desenvolvem num determinado período e se alicerçam num fluxo de entradas e saídas de dinheiro. Um empresário, numa sociedade sem inflação, ao ser questionado se prefere receber hoje uma determinada quantia em dinheiro ou no futuro, a resposta é de quanto ele obterá por esta perda de oportunidade de receber hoje. Isto é uma consequência de sua observação sobre perdas do poder aquisitivo no longo prazo. Esta constatação mostra que uma unidade monetária tem um valor diferente se ela for recebida no futuro. Para compensar ou neutralizar esta variação do custo de oportunidade do dinheiro aplicado, utiliza-se a taxa anual de juros ( $i$ ). Esta taxa é o valor mínimo que é exigido pelo investidor para o uso do seu dinheiro. Logo, este enfoque leva em consideração essa variação do valor da moeda no tempo, e suas correções (DOSSA et al., 2000).

Com base nas constatações acima, tem-se a necessidade de utilizar técnicas de análise de investimentos para horizontes de longo prazo. Assim, a decisão de investir é parte de um processo em que devem ser gerados indicadores que orientam a tomada de decisão. Os principais métodos apresentados por Noronha (1987) são: o período de recuperação de capital (PRC ou *payback period*) e o retorno sobre o investimento (RI) ou taxa de retorno simples. Segundo o autor, esses dois indicadores desconsideram a dimensão tempo dos valores monetários, resultando apenas ocasionalmente em escolhas acertadas da melhor alternativa de investimento. Noronha (1987) apresenta também três métodos que consideram a dimensão tempo dos valores monetários que são o valor presente dos fluxos líquidos do projeto (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e a relação benefício/custo (RBC ou IBC). Além destes métodos, Dossa et al. (2000) descrevem ainda as técnicas do valor presente líquido anualizado (VPLA) ou Valor Anual Líquido Uniforme (VALU); valor presente líquido normalizado (VPLN) ou valor esperado da terra (VET).

Analisando-se os diferentes métodos de forma aprofundada, observa-se que o VPL, VPLA, TIR e IBC nada mais são do que codificações diferentes de uma mesma informação. Esses métodos levam em consideração o valor do dinheiro no tempo, o que é fundamental nos casos de atividades que produzem retornos no médio e longo prazos, tais como as culturas de *Eucalyptus spp.*, Erva-mate e *Pinus spp.*. Mas, os referidos métodos são também aplicáveis no caso de produção de grãos, se este for estudado como um investimento, de longo prazo Dossa et al. (2000). O Quadro 1 mostra a correspondência entre esses métodos e indica qual é a melhor solução.

VPL	VPLA	TIR	IBC	DECISÃO
= 0	= 0	= 0	= 1	Indiferença
> 0	> 0	> 0	> 1	Atividade Viável
< 0	< 0	< 0	< 1	Atividade Inviável

QUADRO 1 - Correspondência entre os métodos e indicações de decisão para as atividades

O VPL é um método que estima o valor de hoje, de um fluxo de caixa, usando, para isso, uma taxa mínima de atratividade do capital. O VPL é compreendido como a quantia equivalente, na data zero, de um fluxo financeiro, descontando-se à taxa de juros determinada pelo mercado. A atividade é desejável

se o VPL for superior ao valor do investimento, pagando-se a taxa de juros determinada para o uso alternativo daquele dinheiro. Logo, deve-se trazer os valores de cada período de tempo para o valor de hoje dos investimentos, dos custos, das receitas, através de modelos e fórmulas.

O IBC indica quantas unidades de capital recebido como benefício são obtidos para cada unidade de capital investido. Quando esse índice é maior do que um, ele indica que o produtor tem ganhos e deve efetuar a aplicação dos recursos. E, ele teria prejuízos, na situação que o índice for inferior a unidade.

A TIR é uma taxa de desconto no qual o VPL dos benefícios é igual ao VPL dos custos econômicos. Ela pode ser considerada como a taxa de juros que anula o VPL de um fluxo de caixa.

## **2.8 Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade é uma técnica cuja utilização possibilita o estudo das possíveis variações na renda do produtor, em função das alterações dos preços relativos dos insumos e da produção. Essa variação ocorre em consequência das incertezas e dos riscos a que estão submetidos a produção e a comercialização rural. Por estes fatos, o planejamento do produtor é dificultado devido a certa aleatoriedade do fluxo de caixa. Buscando fornecer-lhe idéias, minimizando as incertezas, referentes à variação na sua renda, em função da sua produção e da comercialização, organiza-se uma tabela econômica financeira, mostrando essas variações na renda anual do produtor (DOSSA et al., 2000).

O modelo proposto por Dossa et al. (2000) possibilita comparar as margens brutas em três situações de preços, cruzando-os com três situações de rendimentos (baixo, mais provável e alto). Estes valores podem ter um desvio padrão em torno da média de rendimento e preços de 30% e 20% respectivamente, obtendo-se, desta forma 9 resultados de margens brutas para cada atividade. A variação de 30% e 20%, em torno da média histórica dos preços e rendimentos das atividades, foi utilizada pelos autores, após análise do comportamento em 10 anos, no estado do Paraná. A elaboração de diferentes cenários busca facilitar a tomada de decisão em condições de risco, indicando a margem bruta mais provável. Como exemplo, um

cruzamento de uma situação de preço e rendimento baixos têm uma probabilidade de ocorrência de 5%. Intuitivamente parece ser pouco provável a ocorrência de uma situação de preço e rendimento baixos (situação muito azarada) ou muito elevados (situação de muita sorte). Assim, os autores estabeleceram um percentual de 5% para esta situação. Na situação mais provável (preços e rendimentos médios), arbitrou-se a probabilidade de 20%. Assim, a variação de probabilidades, formaliza um quadro de resultados da margem bruta média.

## 2.9 O estudo de caso

O estudo de caso é um método das Ciências Sociais e, como outras estratégias, tem as suas vantagens e desvantagens que devem ser analisadas à luz do tipo de problema e questões a serem respondidas, do controle possível ao investigador sobre o real evento comportamental e o foco na atualidade, em contraste com o caráter do método histórico (BRESSAN, 2000). Para o teórico, apesar das fraquezas e limitações apontadas por vários autores, o estudo de caso tem tido um uso extensivo na pesquisa social, seja nas disciplinas tradicionais, como a Psicologia, seja nas disciplinas que possuem uma forte orientação para a prática como a Administração, além de ser usado para a elaboração de teses e dissertações nestas disciplinas.

Numa definição mais técnica, Yin (2001, p. 32) informa que

(...) o estudo de caso é uma investigação empírica que pesquisa um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, quando a divisória entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas.

Essa definição pode nos ajudar a compreender e distinguir o método do estudo de caso de outras estratégias de pesquisa como, por exemplo, o método experimental e a pesquisa de opinião. Numa segunda parte da definição técnica, Yin (2001, p. 32) informa que, “uma vez que nem sempre fenômeno e contexto são distinguíveis em situações reais, um conjunto de outras características técnicas como a coleta de dados e as estratégias de análise são importantes”. Para o autor, a

investigação em um estudo de caso enfrenta uma situação técnica única, em que haverá mais variáveis de interesse do que pontos de dados, baseando-se em várias fontes de evidências que precisam convergir. Beneficia-se de proposições teóricas, previamente desenvolvidas na condução da coleta de dados e sua análise. Para Stake (1984) citado por Yin (2001), os estudos de caso não são “uma escolha metodológica e sim uma escolha do objeto a ser estudado”.

De acordo com Googe e Hatt (1969), o método do estudo de caso não é uma técnica específica, e sim, uma forma de organizar dados sociais preservando-se o caráter unitário do objeto estudado. De outra forma Tull e Hawkins (1976) inferem que um estudo de caso se refere a uma análise intensiva de uma situação particular, e Bonoma (1985) diz que estudo de caso trata da descrição de uma situação gerencial.

Segundo Bressan (2000), o método do estudo de caso oferece significativas oportunidades para a Administração e para os Administradores, pois pode possibilitar o estudo de inúmeros problemas de Administração de difícil abordagem por outros métodos e pela dificuldade de se isolá-los de seu contexto na vida real.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Material

#### 3.1.1 Localização da área de estudos

A propriedade objeto deste estudo de caso se localiza no município de Não-me-Toque-RS, às margens da RST 142. O município está localizado na Região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, na microrregião do Alto Jacuí, com uma área territorial de 365,5 km<sup>2</sup>. Localiza-se entre as coordenadas geográficas Latitude Sul de 28° 27' 33" e Longitude Leste de 52° 49' 15". A altitude média em relação ao nível do mar é em torno de 514 m. O município é o centro geográfico de uma importante região agro-industrial, apresentando elevado nível tecnológico na produção primária. Através do projeto de lei 98/2007, da Assembléia Legislativa do estado do Rio Grande do Sul, o município foi declarado "Capital da Agricultura de Precisão".

O PIB do município em 2004 foi de R\$ 373.739.000,00, ocupando a 66ª posição no Estado. Já a renda *per capita* foi de R\$ 24.921,00, ocupando a 35ª posição. O número de propriedades rurais, neste mesmo ano, era de 1.304 e o número de produtores rurais era de 1.407.

A região apresenta também progressiva indústria de máquinas e implementos agrícolas principalmente voltados à semeadura direta, estes que são comercializadas em todo o Brasil e no exterior.

Pelo sistema internacional de classificação climática de Köppen, o município se enquadra na zona fundamental temperada (C), tipo fundamental úmido (Cf), com variedade específica subtropical (Cfa). A variedade subtropical úmido apresenta chuva bem distribuída durante o ano (nenhum mês com menos de 60 mm) e temperatura média do mês mais quente superior a 22,0 °C (CUNHA, 2007).

### 3.1.2 Características geográficas das áreas experimentais

A região situa-se na zona da escarpa arenito-basáltica do Planalto Meridional Brasileiro, com solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura muito argilosa (> 60%), com profundidade média de 1,5 metros (EMBRAPA, 1999).

A fazenda utilizada na realização deste estudo apresenta uma área total de 988 ha, em sua maior parte manejada através da semeadura direta das culturas. As áreas manejadas no sistema de AP, na fazenda, totalizam 256 ha subdivididos em dois talhões. O talhão Schmitt com 124 ha (Figura 8), está localizado entre as coordenadas de longitude UTM (E 324.888,77 m; E 326.228,72 metros) e latitude (N 6.843.912,32 m; N 6.845.861,68 metros).

Ainda, na Figura 8, adjacente ao talhão Schmitt, está destacado o talhão Sede, que totaliza 8 ha. Este talhão é manejado da forma tradicional na fazenda. Neste, anualmente, utilizam-se as mesmas culturas, variedades, épocas de semeadura e tratamentos fitossanitários do talhão Schmitt.

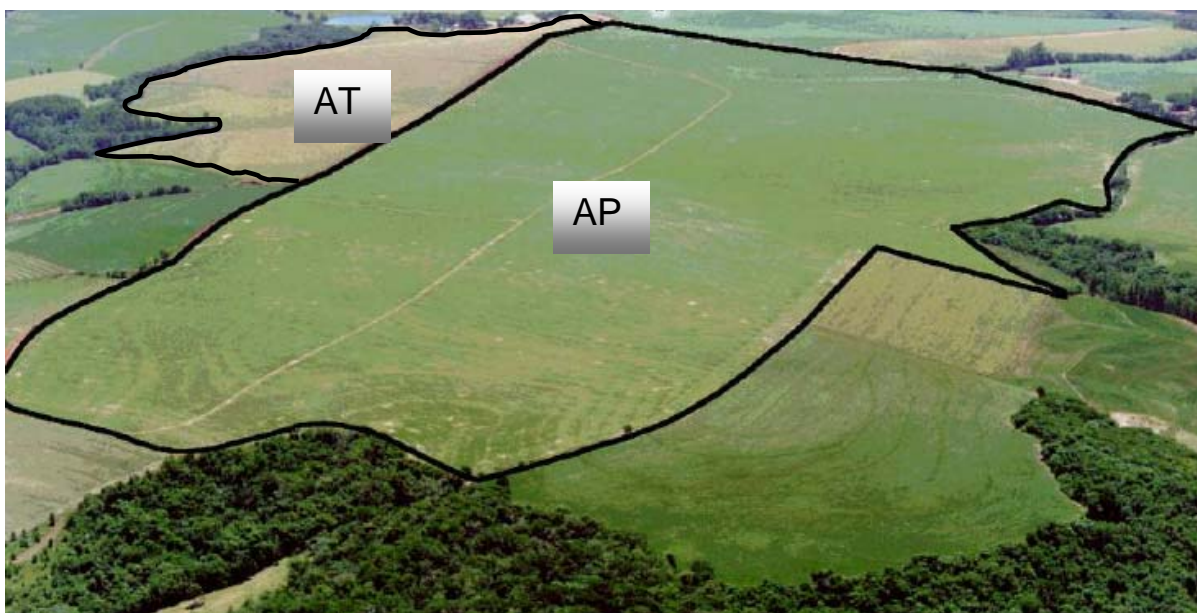


FIGURA 8 – Vista aérea do talhão Schmitt (AP) e talhão Sede (AT)

O talhão da Lagoa com 132 ha, visualizado na Figura 9, está localizado entre as coordenadas de longitudes UTM (E 324.728,20 metros; E 326.377,14 metros) e latitudes (N 6.847.621,77 m; N 6.849.171,61 metros).

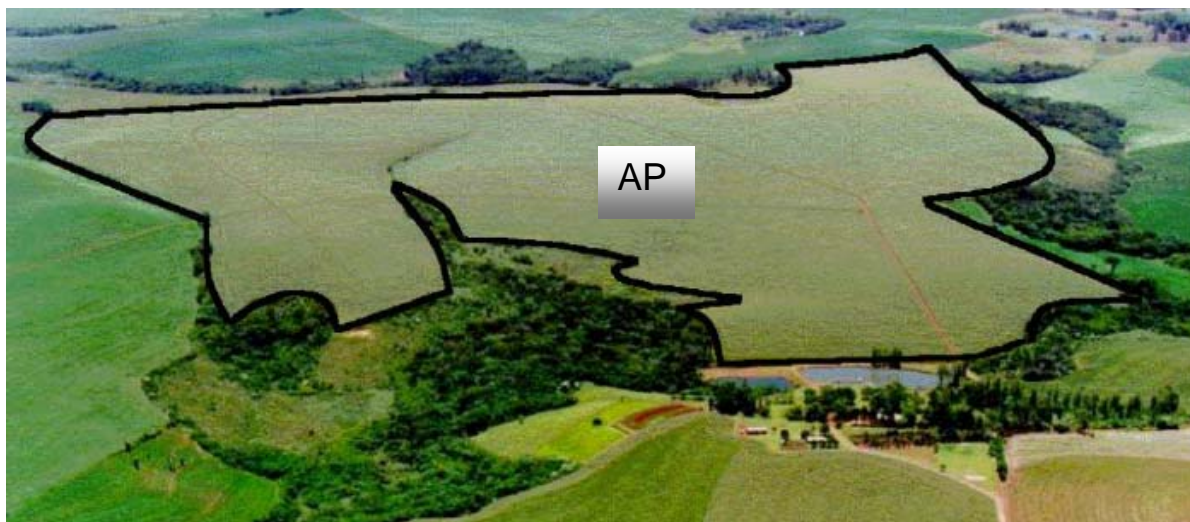


FIGURA 9 – Vista aérea do talhão da Lagoa (AP)

O relevo da propriedade é suave, ondulado, com utilização predominante por culturas anuais de verão e inverno. A propriedade preserva as áreas com declividades excessivas e as nascentes de água com faixas de matas ciliares.

Estes talhões são manejados de forma georeferenciada na amostragem de solos, nos mapas de produtividade e na aplicação de fertilizantes em doses variáveis desde o ano de 2000.

### 3.1.3 Máquinas e equipamentos da propriedade

A fazenda dispõe de um parque de máquinas, constituído de 4 tratores, 2 colhedoras, dois caminhões com terceiro eixo, 1 carreta graneleira, 2 pulverizadores, duas semeadoras e um distribuidor de fertilizantes a lanço.

Os tratores são da Marca Massey Ferguson, duas unidades modelos MF 290 4x2 e dois MF 640 4x2 TDA. Os tratores MF 290 utilizam motor Perkins de 4 cilindros aspirado com potência nominal de 63,1 kW. Estes tratores, segundo informações obtidas na propriedade, são utilizados nos trabalhos mais leves, principalmente, na aplicação de insumos e tratos culturais. Já os tratores MF 640 apresentam motor Perkins de 6 cilindros, turbinados, com potência nominal de 88,2



kW. Estes são utilizados na tração das semeadoras, bem como nas operações mais pesadas da fazenda.

Nas aplicações de dessecantes, inseticidas e fungicidas são utilizados dois pulverizadores da marca Amazone, modelo S680, adquiridos em 1999. Estes equipamentos possuem tanques, com capacidade de 680 litros, e barras de 15 metros de largura, equipados com bicos espaçados em 0,50 metros.

A aplicação de fertilizantes, tanto no manejo tradicional como nas aplicações em taxas variáveis, é realizada utilizando-se o distribuidor de fertilizantes a lanço marca Amazone, modelo Trampo 3000 (Figura 10), com capacidade de tanque de 3.000 litros.



FIGURA 10 – Distribuidor de fertilizantes a taxas variáveis

Este distribuidor é equipado com mecanismo dosador gravimétrico de abertura variável que possibilita aplicação em taxa variável e um dispositivo agitador. O mecanismo distribuidor é centrífugo com dois discos horizontais, ambos com duas aletas que possibilitam regulagens quanto à largura de aplicação. O controle de vazão desta máquina é realizado na fazenda, usando-se o sistema *FieldStar*® (AGCO) que equipa o trator. Na configuração deste sistema, define-se a largura nominal ajustável de trabalho da máquina, bem como o produto a ser aplicado, e a máquina controla automaticamente a vazão do sistema dosador nas aplicações, em taxas variáveis.

Para aplicar fertilizantes em taxas variáveis bem como para aplicar agroquímicos, dispõe-se, na fazenda, de uma barra de luzes utilizada para orientar o operador durante a aplicação dos produtos. Este equipamento tem por função melhorar a qualidade da aplicação realizada, diminuindo a sobreposição nas faixas adjacentes, assim como a ocorrência de faixas sem aplicação. A barra de luzes da propriedade é da marca AgGPS 150 Guide™. É um sistema a prova d'água, que permite a orientação através de LEDs e tela gráfica LCD, com nítida visualização sob a luz do sol. Com os acessórios deste equipamento vêm inclusos um receptor GPS Trimble, barra de luzes *plus*, base imantada, ventosa para fixação, controlador remoto, cabo para conexão e o manual de operação. O operador pode orientar-se nas aplicações em retas, curvas ou pivô, tanto pelos LED quanto pela tela, possibilitando assim maior facilidade operacional, principalmente em curvas, garantindo uma máxima performance ao operador. Este equipamento pode ser conectado em vários sistemas de AP, tais como: aplicação à taxa variável, amostragem de solos e monitor de produtividade. Uma das vantagens da utilização deste equipamento é o armazenamento das coordenadas do local onde foi interrompida uma aplicação, possibilitando o reabastecimento e a retomada do trabalho. O sistema informa ao operador o lugar da interrupção da aplicação para que se possa reiniciar exatamente do mesmo ponto.

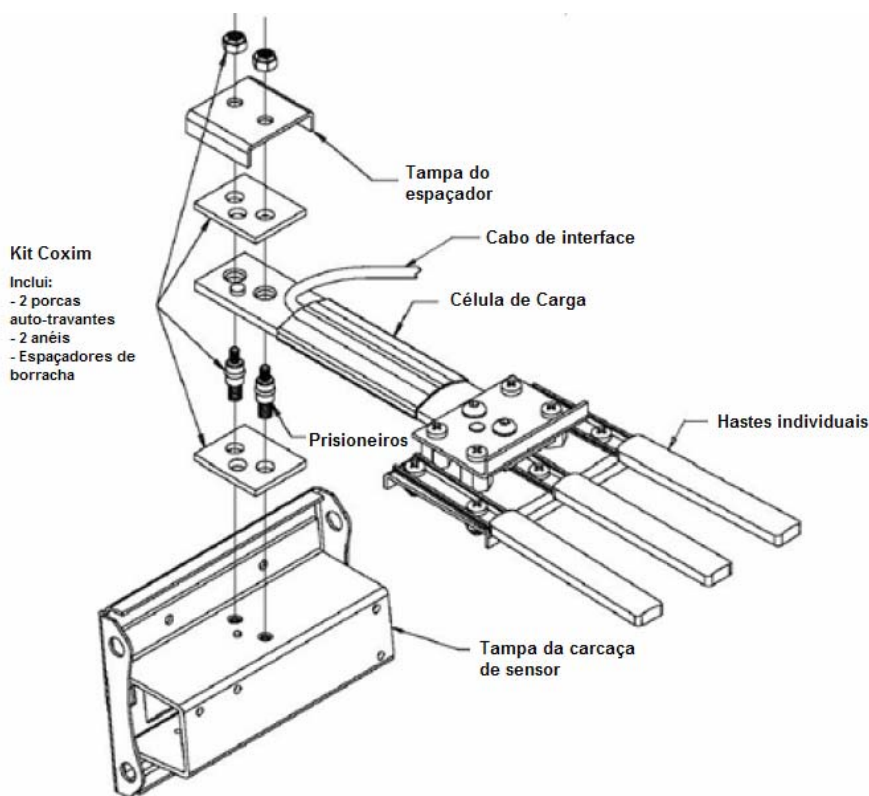
A semeadura é realizada, utilizando duas semeadoras adubadoras da marca *Stara Sfil*, modelos PSM 12.000, ambas com onze conjuntos para semeadura de soja, espaçados em 0,50 m.

A colheita das culturas implantadas na fazenda é feita com duas colhedoras da marca Massey Ferguson, modelos MF 5650 e MF 34 (Figura 11). A MF 5650 está equipada com motor Cummins, modelo 6BTA, com 6 cilindros turbo-alimentado, com potência nominal de 128,8 kW e plataforma de 17 pés (5,10 m). Esta máquina é utilizada exclusivamente na colheita das áreas manejadas no sistema tradicional, sem coleta de dados para geração de mapas de produtividade das culturas. Já a colhedora MF 34 vem equipada com motor *Cummins* modelo 6 CTA, com potência (DIN 70020) de 172 kW e plataforma de 23 pés (7,10 m). Esta máquina tem o monitor *Datavision*®, componente que faz parte do sistema *FieldStar*® da AGCO. Esta colhedora realiza a coleta de dados para geração dos mapas de produtividades dos talhões manejados no sistema de AP.



FIGURA 11 – Colhedora Massey Ferguson modelo MF 34 equipada com monitor Datavision®

O medidor de produtividade da colhedora, utilizada na propriedade, é do tipo Micro-Trak, com três hastes (Figura 12. Estas hastes, ligadas a uma célula de carga, recebem o impacto dos grãos oriundos do elevador de grãos limpos, emitindo freqüências elétricas (em hertz), de acordo com a deformação ocasionada por este impacto. Esta freqüência de deformação é convertida em massa (kg).



Fonte: adaptado material técnico AGCO do Brasil.

FIGURA 12 – Detalhes do sensor de rendimento da colhedora MF 34

Após a colheita e armazenamento dos dados de produtividade, estes foram transferidos para um microcomputador, auxiliado por uma leitora de cartão de dados modelo *Fieldstar/Adtron/OmniDrive* e pelo programa de mapeamento de produtividade *Fieldstar (Fieldstar Yieldmapping System)*.

O transporte de produtos, insumos e máquinas, na propriedade, é realizado com caminhões, ambos com capacidade máxima de carga de 15,0 Mg. A fazenda dispõe também de uma carreta graneleira, cuja capacidade é de 9,0 Mg, utilizada para agilizar as operações de descarga de grãos na colheita, bem como para transporte de sementes e insumos na propriedade.

### **3.2 Metodologia**

O acompanhamento técnico à propriedade, por parte da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), especificamente pelo departamento de Engenharia Rural, teve início no ano de 2002/03, ocasião em que a instituição passou a fazer parte do Projeto Aquarius. Esse fato permitiu o acompanhamento das pesquisas realizadas na fazenda, durante todo o período englobado por este estudo.

Neste trabalho, realiza-se um comparativo dos resultados econômicos, obtidos na cultura da soja em dois diferentes sistemas de manejo, em nível de propriedade rural, no período compreendido entre as safras de 2002/03 e 2005/06. O sistema de manejo em AP, realizado na fazenda, caracteriza-se pela coleta de dados de produtividade das culturas, coleta de amostras de solos em grades georeferenciadas e pela aplicação de fertilizantes em taxas variáveis, em duas áreas que totalizam 256 ha. Já o sistema de manejo da AT, neste trabalho, caracteriza-se pelas demais áreas da propriedade, totalizando 732 ha, manejados através da amostragem tradicional de solos, representando os resultados de produtividades pela média dos talhões e realizando as aplicações de fertilizantes, através de taxas fixas médias.

Os principais cultivos de verão, nos 988 hectares da propriedade, são as culturas da soja, com aproximadamente 2/3 da área, e do milho com a terça parte restante. Já no manejo de inverno, normalmente, cultiva-se de 100 a 200 hectares de trigo, sendo o restante manejado com aveia preta para cobertura.

### 3.2.1 Entrevistas e técnicas de coleta de dados

Diversas etapas foram operacionalizadas durante todo o período de coleta de dados. A metodologia aplicada no levantamento das informações foi a técnica de entrevistas, direcionadas, especificamente, aos proprietários da fazenda, bem como ao gerente da mesma. Tais entrevistas foram realizadas em várias etapas durante cada ciclo de produção. Além disso, efetuou-se o acompanhamento de diversas atividades como de colheita, aplicação de insumos em taxas variáveis, semeadura, entre outras.

Numa das primeiras visitas à propriedade, realizou-se um levantamento do parque de máquinas disponível na propriedade. Nesta etapa, listou-se o maquinário, com seus respectivos anos de fabricação e aquisição pela propriedade.

Junto ao gerente, buscou-se informação sobre a real utilização de cada máquina na propriedade, nas diferentes atividades de produção. A partir dessas informações, fez-se a classificação das máquinas, quanto à utilização individual no sistema de manejo em AP, tradicional ou nos dois sistemas. Por exemplo, o distribuidor centrífugo da fazenda é utilizado em aplicações de fertilizantes, nos dois sistemas. Porém, para a realização de aplicações em taxas fixas, não é necessário que o produtor disponha do *kit* para aplicação em taxa variável. Desta forma, no cálculo dos custos fixos do distribuidor, para a AT, desconsiderou-se este equipamento, enquanto que, no sistema de AP, tomou-se o custo do distribuidor mais o sistema para aplicação em taxa variável.

No levantamento de informações na propriedade, verificou-se também como, e de que forma, ocorre a manutenção preventiva no maquinário. Onde se realiza a manutenção? Quem a realiza? Qual o intervalo utilizado para a realização das trocas de óleos lubrificantes? Entre outros aspectos.

Na determinação do custo de produção da propriedade, fez-se necessário verificar o valor de mercado de cada máquina para o ano agrícola de 2002/03. Este procedimento foi executado através de entrevistas com as revendas de máquinas da região ou, junto aos fabricantes, no caso do maquinário novo ou semi-novo.

Finalmente, a partir das informações disponibilizadas pelo gerente da fazenda, com base nas anotações nos livros de registros, realizou-se o levantamento de todos os produtos e insumos utilizados na propriedade. Com as anotações e as

verificações realizadas, detalharam-se os produtos utilizados em cada cultura, bem como das dosagens e misturas, para os sistemas de AP e AT.

### 3.2.2 Coleta de dados a campo

A coleta de dados a campo foi realizada através do acompanhamento das atividades na propriedade. Durante o período compreendido por este trabalho, realizaram-se inúmeras visitas à propriedade para acompanhamento das atividades. Nestas visitas, acompanharam-se atividades de semeadura, aplicação de fertilizantes em taxas variáveis, tratos culturais e a colheita em inúmeras ocasiões.

Já, no início da realização deste trabalho, na propriedade, procedeu-se ao levantamento dos conjuntos mecanizados, empregados nas diferentes operações de cultivo. Estas informações foram obtidas junto ao gerente e aos demais funcionários da fazenda, sendo descritos a seguir.

Na semeadura da cultura da soja são utilizados os mesmos equipamentos nos dois sistemas de manejo, sendo seu custo atribuído de acordo com o uso.

Na aplicação dos produtos agroquímicos, como dessecações, aplicações de inseticidas e fungicidas são utilizados os conjuntos formados pelos tratores MF 290, acoplados aos pulverizadores Amazone S 680. Estes conjuntos também são os mesmos no manejo em AP e na AT. Contudo, nestas aplicações são usadas as barras de luzes e GPS para orientação dos operadores. Como no manejo tradicional, este equipamento não é imprescindível, não foi computado o seu custo. Já, na AP, a barra de luzes é necessária na localização do maquinário durante a aplicação. Assim, o custo desse equipamento foi computado nos custos fixos do sistema de AP.

A aplicação de fertilizantes também é realizada com um trator MF 290, acoplado ao distribuidor centrífugo Amazone ZA 3.000. De forma semelhante ao caso anterior, o mesmo conjunto é empregado nos dois sistemas de manejo. O que difere é que, para aplicação, em taxa variável, realizada no manejo em AP, utilizam-se a barra de luzes e o GPS na orientação do operador, o sistema variador do distribuidor centrífugo para a variação das aberturas da comporta, e o monitor *Datavision* que gerencia estes sistemas de acordo com os mapas pré-estabelecidos

durante a aplicação. Desta forma, os custos do sistema variador, da barra de luzes com GPS e do monitor, foram computados apenas às aplicações em taxas variáveis, efetuadas no sistema de AP. No sistema tradicional, computaram-se somente os custos do trator e do distribuidor.

As operações de colheita também foram acompanhadas na propriedade. Antes de início dos trabalhos de colheita, fazia-se a calibragem do monitor de produtividade da colhedora bem como dos sensores que fazem parte do conjunto. A calibragem do sensor pode ser verificada ocasionalmente durante a colheita. Também, observava-se periodicamente a condição de limpeza do sensor de produtividade. Isto é fundamental para a geração de dados mais precisos da produtividade da lavoura.

Um dos principais objetivos das visitas feitas à propriedade, além da coleta de informações sobre os manejos da propriedade, verificação da qualidade das operações mecanizadas, entre outros, foi a de confrontar as informações obtidas junto ao capataz da fazenda com os manejos efetivamente realizados na propriedade. Muitas dessas visitas não foram previamente anunciadas, objetivando perceber a realidade.

### 3.2.2.1 Semeadura

No ano agrícola 2002/03, foram cultivados 256 ha de soja em AP. Foram plantadas as cultivares de soja BRS 154, IAS 5 e a cultivar RS 10, nos dois sistemas de manejo da propriedade. A taxa média de sementes utilizada nos dois sistemas foi de 60,3 kg ha<sup>-1</sup> a um custo médio de RS 0,93 kg<sup>-1</sup> de semente. No sistema de manejo tradicional, cultivou-se, nesta safra, um total de 374 ha, utilizando-se as mesmas cultivares do sistema de AP. A implantação desta cultura nas demais áreas da fazenda, manejadas no sistema tradicional, teve início na segunda quinzena de outubro. Finalizou-se a semeadura nas áreas da AP, no final de novembro. Segundo informações levantadas na fazenda, o início da semeadura foi parcialmente prejudicado no mês de outubro devido à alta umidade do solo.

Na safra de 2003/04, foram manejados no sistema de AP, com a cultura da soja, apenas a área da Lagoa. A cultivar de soja semeada foi a RR 8.000 na taxa de

55 kg ha<sup>-1</sup> a um custo de R\$ 0,90 kg<sup>-1</sup> de semente. A semeadura na área da Lagoa teve início no dia 02 de dezembro, sendo esta a última área plantada nesta safra. Foram cultivados no sistema de AT um total de 490 ha de soja, com as cultivares RR 7.200, RR 8.000, RR 8300, BRS 205 e BRS 153. A taxa de sementes utilizada também foi de 55 kg ha<sup>-1</sup> a um custo de R\$ 0,90 kg<sup>-1</sup> de semente. A semeadura nestas áreas teve início a partir da segunda quinzena de outubro.

Na safra agrícola 2004/05, implantou-se, no sistema de agricultura AP, apenas a área Schmitt. Utilizou-se a cultivar de soja RR 6445, na taxa de 55 kg ha<sup>-1</sup> e um custo de R\$ 1,05 kg<sup>-1</sup> de semente. Nos 568 ha manejados, no sistema tradicional, usaram-se as cultivares RR 6445, RR 7200, RR 8300 e a RR 8000. Utilizou-se também a taxa de 55 kg ha<sup>-1</sup> a um custo de R\$ 1,05 kg<sup>-1</sup> de semente. Nas áreas da fazenda, iniciou-se a semeadura a partir da segunda quinzena de outubro, tendo sido realizada na área Schmitt, entre nos dias 22 a 24 de novembro.

Na safra 2005/06, tanto a área da Lagoa quanto a área Schmitt, foram cultivados com soja. As cultivares semeadas foram a RR 7.200, na taxa de semeadura de 48 kg ha<sup>-1</sup> e a RR 8.300, na taxa semeadura de 55 kg ha<sup>-1</sup>, ambas com um custo de R\$ 2,10 kg<sup>-1</sup>. Na área da Lagoa, foram semeados 28 hectares com a cultivar Embrapa 244, na taxa de 45 kg ha<sup>-1</sup> de sementes e um custo de R\$ 2,00 kg<sup>-1</sup>. Com relação às datas de semeadura, implantou-se a soja na área Schmitt, a partir do dia 21 de novembro, e a área da Lagoa, nos dias 28 e 29 de novembro. Nos 749 hectares manejados no sistema tradicional, utilizaram-se as cultivares RR 7.200, RR 8.000 e a RR 8.300. A taxa de semeadura foi de 48 kg ha<sup>-1</sup> de semente a um custo de R\$ 2,10 kg<sup>-1</sup>.

Para o cálculo do custo da semeadura, considerou-se a eficiência operacional de 65% para este conjunto mecanizado. A velocidade média, nesta operação, na propriedade, é em torno de 6 km h<sup>-1</sup>.

### 3.2.2.2 Aplicação de fertilizantes

Uma importante etapa para a obtenção de altas produtividades é o monitoramento da fertilidade dos solos. Na fazenda, esse monitoramento é realizado de duas diferentes formas.



No sistema tradicional da fazenda, coleta-se uma amostra composta para cada 50 hectares de lavoura. Essa amostra é retirada, percorrendo-se a área de forma aleatória, coletando 15 a 20 sub-amostras, em um balde. Após mistura homogênea, retira-se uma amostra composta que é enviada ao laboratório para verificação da fertilidade. Essa amostragem é realizada pelos próprios funcionários da fazenda.

No sistema de AP, a amostragem, na fazenda, é realizada em grades georeferenciadas. Para a safra de 2002/03, utilizou-se um *grid* de uma amostra, composta para cada 5 ha. A partir dessa safra, com a participação da universidade de Santa Maria, estas amostras foram adensadas para uma amostra composta a cada hectare, conforme recomendações da SBCS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). Nestas amostragens, realizadas por pesquisadores da UFSM, utilizou-se um GPS e trado calador. Porém, para fins de cálculo dos custos de produção, foram contabilizados como realizados pelos funcionários da fazenda.

Após a análise das amostras de solos georeferenciadas, foram gerados os mapas de fertilidade das áreas. A partir da fertilidade e das informações, oriundas dos mapas de produtividade, geraram-se os mapas de aplicação de insumos.

Nas áreas manejadas no sistema de AP, na safra 2002/03, utilizou-se como adubação de base o fertilizante Turbo, da fórmula 00-12-28, aplicado em 6 taxas, variando de 100 a 450 kg ha<sup>-1</sup>, que totalizou uma média de 390 kg ha<sup>-1</sup> nesta aplicação. Nas áreas manejadas, no sistema tradicional, foi utilizada a adubação de 450 kg ha<sup>-1</sup> do mesmo fertilizante, aplicados em taxa fixa, significando uma redução real de 60 kg ha<sup>-1</sup>, nas áreas em AP. O custo deste fertilizante foi de R\$ 571,00 Mg<sup>-1</sup>.

Na safra 2003/04, implantou-se a cultura da soja apenas na área da Lagoa. A adubação utilizada no sistema de AP foi de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 00-12-28 (Fosmag), aplicados em taxa variável. Nas demais áreas da fazenda, manejados no sistema de AT, utilizou-se uma taxa de 350 kg ha<sup>-1</sup> do mesmo fertilizante, aplicados em taxa fixa. O custo do fertilizante, para esta safra, foi de R\$ 610,00 Mg<sup>-1</sup>.

Na safra de 2004/05 implantou-se a cultura da soja apenas na área Schmitt. Nesta se realizou a adubação com 337 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante Fosmag (00-12-28), aplicados em três taxas de 270; 416 e 540 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nas áreas de 80,15 ha; 32,27 ha e 13,11 ha. Nas demais áreas da fazenda, onde se utilizou a cultura, adubou-se com 350 kg ha<sup>-1</sup> em taxa fixa. O custo deste fertilizante foi de R\$ 788,00 Mg<sup>-1</sup>.

Na safra 2005/06, foram utilizadas duas diferentes taxas de adubações, nas lavouras, em AP. Na área Schmitt, realizou-se a adubação em taxas variáveis, utilizando um fertilizante fosfatado SFT (Super Fosfato Triplo - 46%), na taxa de 165 kg ha<sup>-1</sup>. Já a adubação potássica foi realizada, utilizando o fertilizante KCL (Cloreto de Potássio – 60%), na taxa de 56 kg ha<sup>-1</sup>. Já, na área da Lagoa, utilizou-se a adubação de 250 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante Fosmag (00-12-28) e 116 kg ha<sup>-1</sup> de super fosfato triplo, aplicados em taxa variável com três taxas de 0,0; 109 e 304 kg ha<sup>-1</sup>.

Ainda, na safra 2005/06, foram cultivados com soja, no manejo tradicional 749 ha adubados com 200 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 00-12-28 (Fosmag). Além desta adubação a lanço, adubou-se, na linha de semeadura, com SFT, na taxa de 150 kg ha<sup>-1</sup>. O custo do fertilizante KCL, nesta safra, foi de R\$ 680,00 Mg<sup>-1</sup>. Já o SFT custou R\$ 699,00 Mg<sup>-1</sup> e o fertilizante Fosmag teve um valor de R\$ 572,00 Mg<sup>-1</sup>.

A aplicação localizada de insumos é realizada, utilizando o distribuidor centrífugo Amazone ZA 3.000. A capacidade operacional adotada no cálculo do custo de produção é de 70 % com uma largura de trabalho de 24 metros.

### 3.2.2.3 Aplicação de insumos fitossanitários

O manejo fitossanitário para a cultura da soja, na safra 2002/03, foi realizado com duas aplicações de herbicidas, sendo uma dessecação em pré-semeadura com 1,2 kg ha<sup>-1</sup> de Roundup WG e uma aplicação posterior para controle de plantas concorrentes com o mesmo produto na dose de 1,0 kg ha<sup>-1</sup>. No controle de insetos e doenças, realizou-se uma mistura de tanque, utilizando os inseticidas Dimilin, na dose de 0,06 L ha<sup>-1</sup>, e o inseticida Cypermil, na dose de 0,1 L ha<sup>-1</sup>. O Fungicida utilizado foi o Opera, na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup>. Nesta mistura, foi adicionado o adubo foliar Basfoliar na dose de 3,0 L ha<sup>-1</sup>. Estas mesmas aplicações, com as mesmas dosagens, foram também realizadas nas áreas em manejo tradicional.

O controle de plantas, concorrentes à cultura da soja, nas safras 2003/04 e 2004/05, nos dois sistemas de manejo, foi realizado, utilizando-se o herbicida Roundup WG na dose de 1,2 kg ha<sup>-1</sup> para a dessecação e uma segunda aplicação, no decorrer da cultura, de 1,0 kg ha<sup>-1</sup> do mesmo produto. Os inseticidas aplicados nos dois sistemas também foram os mesmos. Utilizaram-se, neste controle, os

inseticidas Dimilin, na dose de  $0,06 \text{ L ha}^{-1}$ , misturado ao inseticida Cypermil, na dose de  $0,1 \text{ L ha}^{-1}$ .

Para o controle de doenças na cultura da soja, nestas duas safras, nos dois sistemas de manejo, foram realizados em uma única aplicação, em cada safra, utilizando o fungicida Opera na dose de  $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ , juntamente com a adubação foliar, com o produto Basfoliar, na dose de  $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ .

Os tratamentos fitossanitários realizados nas lavouras de soja da safra 2005/06, manejadas no sistema de AP, foram: uma dessecação inicial com Roundup WG, na dose de  $1 \text{ kg ha}^{-1}$ , misturado com o inseticida Talcord na dose de  $0,1 \text{ L ha}^{-1}$ . Posteriormente, ainda, para o controle de plantas concorrentes, realizaram-se mais duas aplicações de Roundup WG na dose de  $0,9 \text{ kg ha}^{-1}$  cada. Para o controle de doenças, realizaram-se três aplicações com o fungicida Opera, sendo as duas primeiras, com uma dosagem de  $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ , e a terceira, para controle de doenças de final de ciclo, com  $0,6 \text{ L ha}^{-1}$  do produto.

Nas lavouras de soja, manejadas no sistema tradicional, foram realizadas apenas duas aplicações de dessecante, utilizando a dose de  $1 \text{ L ha}^{-1}$ , em cada aplicação. Os tratamentos com fungicidas foram iguais aos realizados no sistema de AP.

A aplicação dos produtos fitossanitários é realizada, utilizando o pulverizador Amazone S 680. A capacidade operacional adotada no cálculo do custo de produção é de 70 %, trabalhando na velocidade média de  $6,0 \text{ km h}^{-1}$  na largura de trabalho de 15 m.

#### 3.2.2.4 Colheita

A colheita da cultura da soja, na região de Não-me-toque-RS, tem início, normalmente, no final do mês de março.

Nas áreas manejadas no sistema tradicional, na propriedade, a colheita é realizada, utilizando as duas colhedoras disponíveis. Já as duas lavouras manejadas em AP são colhidas exclusivamente com a MF 34.

Para o cálculo do custo destas operações, foi considerado o rendimento operacional para as colhedoras de 75% e a velocidade de operação de  $5 \text{ km h}^{-1}$ .

Na geração dos mapas em AP, tanto os mapas de produtividade como de aplicação de insumos, foi utilizado o programa CR Campeiro 5.0, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Na interpolação dos dados, utilizou-se o inverso do quadrado da distância.

### 3.2.3 Custos de produção

#### 3.2.3.1 Custos Fixos

Na determinação do custo fixo, para uma determinada atividade de produção agrícola, é necessário realizar o levantamento dos fatores de produção utilizados por mais de um ciclo produtivo na propriedade e seus respectivos valores de mercado. Os fatores levantados nesse trabalho foram: máquinas e equipamentos; bens imóveis de propriedade (casas, galpões, armazéns, entre outros); gastos com mão-de-obra permanente; energia elétrica; telefone; pró-labore ou remuneração do produtor (custos administrativos); juros sobre o capital fixo; custo de oportunidade da terra; seguro sobre o capital fixo (menos a terra); Imposto territorial rural e os custos de comercialização.

Os custos de depreciação dos bens imóveis, bem como das máquinas agrícolas, foram calculados utilizando o método linear conforme a equação 1 de Hoffman et al (1976). Utilizou-se o valor residual de 20% para bens imóveis e de 10% para máquinas agrícolas. A vida útil dos galpões foi estimada em 30 anos e as demais benfeitorias em 35 anos conforme Canziani (1998). Já, para os cálculos da vida útil das máquinas consideraram-se os períodos utilizados pelo IEA (2007), depreciando-as pelo método linear. Isto porque, os resultados de Molina e Canale (1998), mostram que no primeiro ano os tratores sofrem uma perda de aproximadamente 30% do custo de aquisição. A partir do segundo ano a depreciação tende a ser linear e com taxas próximas a 10%. Os equipamentos eletrônicos, devido à sua rápida obsolescência, foram depreciados em 5 anos, pois é o período que efetivamente os equipamentos estão disponíveis na propriedade.

$$\text{DEPRECIAC\~{A}O} = \frac{P - S}{V} \quad [1]$$

Onde: P - preço de aquisição da máquina

S - valor de sucata ou revenda

V - vida econômica, em períodos de tempo, geralmente em anos.

Os custos da mão-de-obra da fazenda, bem como energia elétrica e telefonia, foram obtidos junto aos proprietários da fazenda. Como a mão-de-obra é a mesma, nos dois sistemas de cultivo, este custo foi quantificado e atribuído em parcelas proporcionais à área de lavoura, usados com a cultura nas respectivas safras de produção. Este parâmetro também é aplicado para os custos com energia elétrica e telefone.

O custo de remuneração do agricultor (pró-labore) foi calculado a partir de uma adaptação da metodologia para estimativas de custos de produção, utilizada pela Conab (2006), como forma de obter uma aproximação deste gasto. Nesta metodologia, considera-se, para uma cultura, o valor de um salário mínimo, pelo período de 6 meses para cada 100 ha de área. Assim, no presente estudo, considerou-se a remuneração do produtor como sendo de 10 salários mais encargos de 59%.

Para calcular os custos com juros sobre o capital fixo foi necessário avaliar os bens imóveis da propriedade, bem como o valor das máquinas e equipamentos agrícolas. Na avaliação dos bens imóveis, tomou-se como base o valor médio do CUB no Rio Grande do Sul. Para os galpões de alvenaria, casa principal e as casas dos funcionários foram considerados os índices de 20%, 50% e 40% do CUB respectivamente. Estes valores foram multiplicados pela área dos referidos imóveis e depreciados até o ano da respectiva construção, através da depreciação linear. Segundo o SINDUSCON (2006), o valor médio do CUB, em 2003, estava fixado em R\$ 696,25. Já o valor de mercado das máquinas agrícolas foi obtido através de pesquisas, junto aos seus revendedores no município e região.

A taxa de juros utilizada foi de 6% ao ano, calculado sobre o valor médio do imóvel, utilizando a seguinte fórmula (FLOSS, 2004).

$$\text{JUROS CAPITAL FIXO} = \frac{\text{VN} + \text{VS}}{2} * \text{Taxa Anual de Juros} \quad [2]$$

Onde: VN - valor novo

VS - valor de sucata

Para o cálculo dos custos com seguro sobre o capital fixo, excluindo-se o valor da terra, foi calculado da seguinte forma:

$$\text{SEGURO CAPITAL FIXO} = \frac{(\text{VN} + \text{VS})}{2} * \text{TAJ} \quad [3]$$

Onde:

VN - valor novo

VS - valor de sucata

TAJ - taxa anual de seguros

A taxa anual de seguro mais considerada no cálculo é de 7% ao ano para veículos, 0,75% ao ano para máquinas e implementos agrícolas e 0,35% para benfeitorias. (CANZIANI, 1998)

Além destes custos, segundo a Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais FAEMG (2006), no momento da comercialização dos produtos agrícolas, são descontados do produtor rural pessoa física, uma taxa de 2% a título de contribuição para o INSS (Instituto Nacional do Seguro Social). Desconta-se ainda 0,1% para o SAT (Seguro de Acidente de Trabalho) e 0,2% para o custeio do sistema SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural), totalizando 2,3%. Já o produtor rural pessoa jurídica paga 2,5% ao INSS mais 0,1% ao SAT e 0,25% ao SENAR, totalizando um desconto de 2,85%. Estas taxas substituem o Fundo de Assistência e Previdência do Trabalhador Rural (FUNRURAL) que foi criado pela Lei nº. 4.214, no ano de 1963 e extinto em 1977, com a incorporação ao Sistema Nacional de Previdência e Assistência Social (SINPAS).

O custo de oportunidade do capital foi calculado com base nos índices de correção bancária por um período igual à utilização dos equipamentos ou do capital.

### 3.2.3.2 Custos variáveis

Os custos de produção variáveis, na atividade agrícola e mais especificamente na cultura da soja, são basicamente os custos relacionados aos insumos utilizados na cultura, aos gastos com conservação e reparos das máquinas agrícolas utilizadas, aos combustíveis e lubrificantes, à mão-de-obra temporária e aos juros sobre o capital de giro (FLOSS, 2004).

#### a) Custos da mecanização

Dentro dos custos variáveis, existe uma importante parcela relacionada aos custos da utilização de máquinas agrícolas. Neste item, calculam-se, normalmente, os custos relacionados aos operadores, conservação e reparos e os custos com combustíveis.

Neste estudo de caso, verificou-se que os operadores das máquinas não trabalham somente como tal, mas executam inúmeras atividades como reparos nas benfeitorias, atividades de lavoura, manutenções diversas, entre outros. O valor desembolsado anualmente com pessoal foi disponibilizado pelo proprietário da fazenda, a partir das anotações contábeis. Estes custos foram, desta forma, atribuídos aos custos fixos, especificamente, no item custos de mão-de-obra. Isto porque, na propriedade, os funcionários normalmente recebem remuneração fixa.

Para calcular os custos com conservação e reparos de máquinas, consideraram-se os seguintes critérios:

No cálculo do custo de conservação e reparos dos tratores, utilizou-se 80% do valor inicial da máquina, para 10.000 horas de trabalho. Para as semeadoras tomou-se 100% para 2.500 horas, distribuidor centrífugo 80% para 1.200 horas, pulverizadores 100% para 3.000 horas, barra de luzes e GPS 70% para 4.000 horas e, para as colhedoras, 80% para uma utilização de 4.000 horas de trabalho. Desta forma obtém-se o custo de conservação por hora de trabalho da máquina.

Para verificar esse custo dos equipamentos por hectare trabalhado, calculou-se, inicialmente, a capacidade operacional efetiva para cada máquina.

Consideraram-se as eficiências operacionais de 65%, 70%, 70% e 75% para semeadoras, distribuidor centrífugo, pulverizadores e colhedoras, respectivamente. As velocidades de trabalho foram estimadas em 6,0 km h<sup>-1</sup> para as semeadoras e pulverizadores, 6,5 km h<sup>-1</sup> para o distribuidor centrífugo e 5,0 km h<sup>-1</sup> para as colhedoras. O tempo efetivo de trabalho por hectare foi calculado conforme a equação:

$$T_t = \frac{1}{(L * V * E_f)/10} \quad [4]$$

Onde:

T<sub>t</sub> – tempo de trabalho (horas por hectare);

L – largura de trabalho (m);

V – Velocidade de trabalho (km h<sup>-1</sup>);

E<sub>f</sub> – Eficiência operacional (% decimal).

A partir da obtenção do custo horário de manutenção da máquina, e do tempo necessário para realizar o trabalho em uma área, multiplicado pelo número de operações em cada safra, obtém-se o valor gasto nesse item por hectare na cultura.

O custo relativo ao combustível gasto na propriedade, nas diferentes operações agrícolas, foi calculado, utilizando-se o consumo médio dos tratores ou colhedoras, multiplicado pelo preço do óleo diesel na região, no início da implantação da cultura. Já o custo dos lubrificantes foi obtido, dividindo-se a capacidade dos reservatórios das máquinas pelo número de horas de trabalho entre as trocas. Considerou-se como período de troca do óleo cárter 200 horas, e do óleo de transmissão 1000 horas para os tratores e 500 horas para as colhedoras. Para o cálculo do custo do óleo do sistema hidráulico da colhedora, considerou-se como frequência de troca a cada 600 horas. Já o custo dos filtros de óleo diesel e lubrificantes foi calculado com a mesma fórmula do combustível. Para os filtros de ar, considerou-se o período de troca de 750 horas.

É importante destacar que nos custos variáveis, relacionados à mecanização, as possíveis diferenças existentes estão relacionadas ao número de operações, realizadas em cada um dos sistemas de manejo, conforme apresentado no item 3.2.2.



## b) Demais custos variáveis

A partir da listagem dos insumos, efetivamente utilizados na propriedade, realizou-se uma pesquisa para cotação dos preços, em cada safra, na cooperativa local. Os custos de combustíveis, lubrificantes, peças de reposição também foram obtidos no comércio local. O critério para o cálculo desse custo foi a utilização dos preços médios próximos ao período. Dessa forma, buscou-se obter a máxima aproximação dos possíveis desembolsos realizados pela propriedade em estudo, numa situação normal de mercado.

Os custos com assistência técnica contábil e agrônômica da fazenda foram determinados com base na taxa de 2%, descontada pelo Banco do Brasil, do valor financiável para custeio da lavoura. Isto, para propriedades de aproximadamente 1.000 ha ou renda bruta acima de R\$ 80.000,00 mensais, conforme a Quadro 2.

Safras	Soja	Trigo	Milho
	(R\$ ha <sup>-1</sup> )		
2002/03	700,00	680,00	800,00
2003/04	700,00	700,00	850,00
2004/05	550,00	750,00	850,00
2005/06	650,00	850,00	900,00

Banco do Brasil (2006).

QUADRO 2 - Valor financiável para custeio de lavouras

Na determinação dos desembolsos com as taxas de juros e o seguro agrícola (Proagro), descontados dos produtores no momento da realização do financiamento agrícola, utilizou-se as taxas praticadas pelo Banco do Brasil (2006). A taxa de juros adotada foi de 8,75% ao ano e o Proagro é de 4% ao ano, sobre o valor financiável da lavoura (80%), sendo 20% a contrapartida do produtor.

O custo das análises de solos, no período de estudo, foi de R\$ 18,50 para cada amostra. Este custo foi dividido pela respectiva área que representava em cada sistema de manejo. Destaca-se que todas as lavouras são amostradas uma vez a cada ano, sendo o custo da análise dividido para as culturas de inverno e verão de cada área.

Para os custos relacionados ao transporte da produção, tanto interna quanto externamente à propriedade, tomou-se como critério a atribuição de um valor médio

por saca de grão transportado. Esse valor foi estipulado em R\$ 0,50 sc<sup>-1</sup> de 60 kg, com base em informações na região.

Com relação aos critérios para o rateio dos custos de produção, no presente estudo, optou-se por realizar o rateio pela área utilizada pelas diferentes culturas.

### 3.2.4 Indicadores de desempenho

No item descrito anteriormente, mencionou-se apenas as saídas de capitais da propriedade. Como se trata de uma atividade econômica, que se assemelha às demais, é necessário identificar as entradas de capitais que irão estabelecer o fluxo produtivo. Assim sendo, na cultura da soja, a receita bruta (RB) caracteriza-se apenas pelas entradas de recursos relacionados com a comercialização da produção de soja. A receita bruta foi obtida pela multiplicação da produção total pelo preço de comercialização.

Sabe-se que a comercialização pode ocorrer em qualquer época do ano, através de vendas pós entrega do produto ou, anteriormente, através do mercado de futuros. Associado a isso, os preços pagos ao produtor podem variar ao longo dos meses do ano bem como, ao longo destes. Desta forma, neste trabalho, considerou-se como preço de comercialização do produto a média dos preços, praticados na cooperativa local, entre os meses de abril a julho de cada ano.

Um dos principais objetivos da administração rural é estabelecer claramente os resultados de uma atividade ou da propriedade como um todo Floss (2004). A Margem Bruta (MB) ou Margem Operacional Efetiva (MOE) representa a diferença contábil entre a receita bruta, gerada por uma atividade e o total de desembolsos feitos para desenvolvê-la.

$$\text{MOE} - \text{Receita Bruta} - \text{Total de desembolsos (COE)} \quad [5]$$

O Custo Operacional Efetivo (COE) ou o desembolso total engloba todos os custos variáveis e parte dos custos fixos. Desconsideram-se, nessa equação, apenas os custos com depreciação, oportunidade da terra própria e custos de oportunidade de capital (ANTUNES e RIES, 2001).

A Margem de Contribuição (MC) representa os valores que cada produto ou unidade vendida pode contribuir para cobrir o total dos custos fixos de produção. É calculada, utilizando a equação a seguir (ANTUNES e RIES, 2001).

$$\text{MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO} = \text{Receita Bruta} - \text{Custos Variáveis} \quad [6]$$

A Margem Operacional Total (MOT) é calculada pela diferença entre a receita bruta total e a Custo Operacional Total (COT). O COT é representado pelos COE, somados aos custos com depreciação de máquinas e benfeitorias.

O Custo Total (CT) de produção é calculado, somando-se ao COT, os custos de oportunidade da terra, os custos de oportunidade do capital imobilizado e os custos sobre o capital de giro.

A Margem Líquida (ML) ou lucro líquido é calculado pela diferença entre a receita bruta e os custos totais (CT).

Na análise dos resultados, é necessário calcular a lucratividade e da rentabilidade do investimento, mostrando ao empresário se foi, ou não, importante investir num determinado empreendimento.

A lucratividade representa, em valores percentuais, o lucro obtido em determinada atividade, com a venda de seus produtos, isto é, o quanto o produto deixa de resultado, após o desconto dos custos de produção. É calculado pela fórmula (ANTUNES e RIES, 2001):

$$\text{LUCRATIVIDADE} = \frac{\text{Total de receitas} - \text{Custo Total}}{\text{Total de Receitas}} * 100 \quad [7]$$

A rentabilidade é uma das formas de avaliar-se o lucro obtido numa atividade produtiva em relação ao capital investido para desenvolvê-la. É calculado pela fórmula (ANTUNES e RIES, 2001):

$$\text{RENTABILIDADE} = \frac{\text{Lucro}}{\text{Capital Investido}} * 100 \quad [8]$$

No presente estudo, na análise conjunta dos resultados das quatro safras, calculou-se os indicadores para cada sistema, utilizando a média ponderada da área cultivada com a cultura no período.

### 3.2.5 Análise econômica dos sistemas de produção

A análise econômica dos investimentos da propriedade, nos dois sistemas de manejo, foi realizada através do cálculo do VPL, IBC, TIR e Pay back, conforme a metodologia descrita por Dossa et al. (2000), utilizando a ferramenta disponível no programa Excel. Para os autores, o VPL (Valor Presente Líquido) é uma das alternativas mais consistentes para análise de investimentos. É calculado seguindo o modelo geral.

$$VPL = \sum_{n=0}^t \frac{Rn - Cn}{(1+i)^n} \quad [9]$$

Onde Rn - receitas

Cn - custos operacionais

n - ano 0, 1, 2, 3 ... n

O cálculo do VPL é realizado utilizando a planilha eletrônica Excel conforme segue:

$$=VPL ( i ; Fluxo ) \text{ onde } = VPL (6\%; \text{ Saldo do fluxo de caixa}) \quad [10]$$

Já o índice que relaciona os Benefícios aos Custos (IBC) se transforma num indicador de eficiência econômico-financeira por sugerir o retorno dos investimentos a partir da relação entre a receita total e as despesas efetuadas para viabilizá-la. Do modelo geral (equação 9) deriva-se o modelo resumido a seguir:

$$\frac{\sum B}{\sum C} = \frac{B_n \left( \frac{1}{(1+i)^n} \right)}{C_n \left( \frac{1}{(1+i)^n} \right)} \quad [11]$$

Onde, B<sub>n</sub> - fluxo de benefícios,

C<sub>n</sub> - fluxo de custos.

Utilizando a planilha Excel a fórmula é proveniente das funções financeiras conforme segue:

$$IBC = VPL(i; \text{fluxo benefícios}) / VPL(i; \text{fluxo custos}) \quad [12]$$

A TIR é a taxa de atratividade do capital. Entende-se por taxa mínima de atratividade do capital aquela remuneração média que está sendo paga na economia para cada unidade monetária, nela aplicada, acrescentando-se um ganho adicional que deve acompanhar a capacidade e o risco empresarial. A equação para calcular a TIR é a que segue:

$$TIR = \sum_{n=0}^t \frac{\text{Fluxo líquido}}{(1+i)^n} \quad [13]$$

A regra de decisão indica que somente será investido em determinado projeto se a TIR for maior que a taxa de juros no mercado financeiro. A escolha de um investimento deve, necessariamente, recair sobre aquele que tiver a maior TIR. Quanto maior for a TIR mais desejável é o investimento.

O Prazo de Retorno ou Pay Back representa o tempo que um determinado investidor levará para recuperar o capital aplicado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Inventário de bens móveis e imóveis da propriedade

A propriedade em estudo dispõe das benfeitorias apresentadas no Quadro 3. Os dois galpões, em alvenaria, têm 1.970 m<sup>2</sup> de área construída, num valor estimado em aproximadamente R\$ 158.530,00. Eles são utilizados para o alojamento de máquinas e equipamentos bem como, para armazenar os insumos em pré-semeadura das culturas. A área construída em galpões é suficiente para o alojamento de todo o maquinário utilizado na atividade agrícola da propriedade, inclusive com espaços reservados para a realização da manutenção das máquinas.

Descrição	Ano de edificação	Utilização	Valor de Avaliação (R\$)	Vida Útil (Anos)	Valor Residual (R\$)	Depreciação (R\$)
Galpão de máquinas	1989	AP e AT	110.787,00	30	22.157,40	2.954,32
Galpão de insumos	1978	AP e AT	47.743,00	30	9.548,60	1.273,15
<b>Sub-total Galpões (1970 m<sup>2</sup>)</b>	-	-	<b>158.530,00</b>	-	<b>31.706,00</b>	<b>4.227,47</b>
Casa principal (186 m <sup>2</sup> )	1978	AP e AT	27.751,00	35	5.550,20	634,31
Casa dos funcionários (128 m <sup>2</sup> )	1989	AP e AT	24.291,00	35	4.858,20	555,22
Casa dos funcionários (128 m <sup>2</sup> )	1991	AP e AT	25.870,00	35	5.174,00	591,31
Casa dos funcionários (128 m <sup>2</sup> )	1992	AP e AT	26.685,00	35	5.337,00	609,94
Casa dos funcionários (128 m <sup>2</sup> )	1992	AP e AT	26.685,00	35	5.337,00	609,94
<b>Sub-total Casas (698 m<sup>2</sup>)</b>	-	-	<b>131.282,00</b>	-	<b>26.256,40</b>	<b>3.000,73</b>
<b>TOTAL BENFEITORIAS</b>	-	-	<b>289.812,00</b>	-	<b>57.962,40</b>	<b>7.228,20</b>

QUADRO 3 – Benfeitorias da propriedade: ano de edificação, sistema de utilização, valor avaliado para 2002, vida útil, valor residual e depreciação

As benfeitorias utilizadas como moradias são compostas por uma residência principal, onde mora o gerente da fazenda, e mais 4 moradias para funcionários, totalizando 698 m<sup>2</sup> de área construída, num valor estimado em, aproximadamente, R\$ 131.282,00. Todas foram edificadas no período compreendido entre 1.989 e 1.992, portanto, com mais de 10 anos de construção.

O valor residual dos imóveis da propriedade foi calculado em R\$ 57.962,40 utilizando-se a taxa de 20%. Já a depreciação anual destes imóveis, pelo critério de tempo adotado neste trabalho, representa um total de 2,49% do valor total avaliado. Estes custos foram igualmente distribuídos entre os dois sistemas em estudo, de acordo com a área utilizada em casa sistema de manejo em estudo.

O maquinário da propriedade está representado no Quadro 4. Observa-se que dois tratores, adquiridos em 1988, e um dos caminhões, adquirido em 1985, foram considerados como depreciados. Estes dois tratores são basicamente utilizados nas atividades mais leves como nas pulverizações e pequenos transportes internos à propriedade. As demais máquinas foram adquiridas entre os anos de 1999 e 2002, havendo-se renovado quase que totalmente o parque de máquinas em apenas 4 anos. Neste período, iniciou-se, de forma pioneira, no Rio Grande do Sul, o trabalho com a tecnologia de AP. Contudo, o uso de dois tratores, com mais de 18 anos, na propriedade, condiz com Machado et al. (1996), de que a manutenção adequada, juntamente ao correto armazenamento das máquinas, aumenta a eficiência do trabalho, minimizando perdas de tempo com paradas para correção de eventuais problemas.

A manutenção periódica do parque de máquinas, segundo informações do capataz da fazenda, é realizada de acordo com as recomendações dos fabricantes. A manutenção preventiva ou corretiva de pequenos problemas é feita na oficina, disponível na propriedade, sendo executada pelos próprios operadores, juntamente com o capataz da fazenda. Problemas maiores, como reformas de motores, por exemplo, são solucionados em oficinas do revendedor autorizado.

Descrição	Ano de edificação	Utilização	Valor de Avaliação (R\$)	Vida Útil (Anos)	Valor Residual (R\$)	Depreciação (R\$)
Trator MF 290	1988	AP e AT	30.000,00	10	3.000,00	-
Trator MF 290	1988	AP e AT	30.000,00	10	3.000,00	-
Trator MF 640	1999	AP e AT	62.000,00	10	6.200,00	5.580,00
Trator MF 640	2000	AP e AT	65.000,00	10	6.500,00	5.850,00
Colhedora MF 34	2001	AP e AT	280.000,00	10	28.000,00	25.200,00
Colhedora MF 5650	2003	AP e AT	256.000,00	10	25.600,00	23.040,00
Caminhão VW Truck	1985	AP e AT	75.000,00	15	7.500,00	-
Caminhão Ford Cargo Truck	2002	AP e AT	115.000,00	15	11.500,00	6.900,00
Graneleiro Stara - 9t	2000	AP e AT	25.000,00	10	2.500,00	2.250,00
Pulverizador Amazone S 680	1999	AP e AT	27.500,00	10	2.750,00	2.475,00
Pulverizador Amazone S 680	1999	AP e AT	27.500,00	10	2.750,00	2.475,00
Semeadora Stara Sfil PSM 12.000	2002	AP e AT	52.400,00	10	5.240,00	4.716,00
Semeadora Stara Sfil PSM 12.000	2002	AP e AT	52.400,00	10	5.240,00	4.716,00
Distribuidor Amazone 3.000	2002	AP e AT	29.255,00	10	2.925,50	2.632,95
<b>Subtotal Máq. e equip.</b>	-	-	<b>1.127.055,00</b>	-	<b>112.705,50</b>	<b>85.834,95</b>
Kit Retrofit AP	2001	AP	21.150,00	5	2.115,00	3.807,00
Variador Amazone	2002	AP	16.500,00	5	1.650,00	2.970,00
Barra de luzes	2002	AP	22.500,00	5	2.250,00	4.050,00
<b>Subtotal Equipamentos para AP</b>	-	-	<b>60.150,00</b>	-	<b>6.015,00</b>	<b>10.827,00</b>
<b>TOTAL MÁQUINAS AGRICOLAS</b>	-	-	<b>1.187.205,00</b>	-	<b>118.720,50</b>	<b>96.661,95</b>

QUADRO 4 – Máquinas da propriedade, com os anos de aquisição, utilização, valor avaliado para 2002, vida útil, valor residual e depreciação

O valor total das máquinas agrícolas da fazenda foi avaliado em R\$ 1.187.205,00. Deste total, 88,80% servem para a realização de atividades nos dois sistemas de manejo (AP e AT). Os demais R\$ 60.150,00 são utilizados exclusivamente na AP, pois se referem à tecnologia que equipa o maquinário para esse fim.

O valor residual de 10% sobre o valor de avaliação do maquinário representa R\$ 118.720,50. Já o valor anual de depreciação do maquinário para os dois sistemas de manejo representa R\$ 85.834,95. Ao valor correspondente aos 25,9% da área de AP, soma-se R\$ 10.827,00, correspondente, ao valor depreciado pelos equipamentos utilizados exclusivamente para esse sistema.

Com relação à mecanização, observou-se que, na propriedade, não se dispõe de um controle efetivo sobre os custos do uso do maquinário. Os abastecimentos de combustível são realizados diretamente no reservatório da propriedade, não havendo qualquer tipo de controle. Não se monitora, por exemplo, o consumo individual de cada máquina.

Destaca-se que os dois caminhões, segundo informações da propriedade, são pouco utilizados para transportes fora da propriedade ou viagens longas. São basicamente destinados para transporte de máquinas, insumos da sede para as lavouras e grãos, das lavouras até a sede, durante os períodos de colheita.

As benfeitorias bem como as máquinas agrícolas, são partes importantes na composição dos custos de produção de uma atividade agrícola. Ambos fazem parte dos custos fixos de produção, devendo o seu custo ser contabilizado para apurar os reais resultados da atividade de produção.

O capital total, imobilizado na fazenda, em benfeitorias e máquinas agrícolas, perfaz o total de R\$ 1.477.017,00, depreciando anualmente um total de R\$ 95.874,46. Pelo critério de rateio, adotado para o cálculo dos custos nos dois sistemas de manejo, ou seja, a área cultivada (25,9 % da área em AP e 74,1 % em AT), o valor em máquinas, equipamentos e benfeitorias, utilizadas no sistema AP, totaliza R\$ 427.118,55 e, R\$ 1.049.898,45 utilizados no manejo em AT.

A área total cultivada na fazenda é de 988 ha, conforme visualizado no Quadro 5. Para calcular os custos de produção, realizou-se um levantamento de avaliação, com base em informações dos proprietários, bem como, de uma empresa de consultoria na área econômica, que atua na região. Nessa avaliação, obteve-se o



valor de R\$ 12.000,00 ha<sup>-1</sup> como sendo o valor médio das terras na região, no ano de 2002.

Talhão	Área Utilizada (ha)	Valor Total (R\$)	Valor Total (US\$)
Schmitt (soja)	124	1.488.000,00	438.938,05
Lagoa (soja)	132	1.584.000,00	467.256,64
Área Fazenda (soja)	374	4.488.000,00	1.323.893,81
Área Fazenda (milho)	358	4.296.000,00	1.267.256,64
<b>TOTAL</b>	<b>988</b>	<b>11.856.000,00</b>	<b>3.497.345,13</b>

QUADRO 5 - Áreas cultivadas com soja e milho na safra 2002/03 e seus respectivos valores de avaliação (terra nua)

Observa-se ainda, no Quadro 6, que o valor total imobilizado em terras, para o ano de 2002, foi estimado em R\$ 11.856.000,00 valor que, convertido na cotação do dólar (R\$ 3,39), representa um total de US\$ 3.497.345,13.

#### 4.2 Índices pluviométricos nas safras 2002/03 a 2005/06 na região de Passo Fundo-RS

Neste tópico, descreve-se a situação meteorológica verificada na região de estudos, no período de julho de 2002 a junho de 2006, conforme informações coletadas, junto ao centro de informações meteorológicas da Embrapa Trigo de Passo Fundo, apresentadas por Cunha (2007).

Analisando as informações disponíveis na Figura 13, é possível verificar que na região o período da safra 2002/03 apresentou precipitações médias consideradas normais. De acordo com Cunha (2007), no mês de outubro as temperaturas e umidade elevadas dificultaram as operações de semeadura da soja na região. O mês de dezembro também apresentou índices pluviométricos muito acima do normal, voltando a valores próximos a esta nos demais meses do ciclo, favorecendo o desenvolvimento das culturas de verão. Por fim, o mês de abril apresentou um reduzido número de dias com chuva e a insolação elevada facilitou sobremaneira as operações de colheita de soja na região nesta safra. A verificação das precipitações ocorridas mensalmente, das precipitações médias e dos desvios podem ser visualizados na Figura 24 no apêndice.

Com relação à precipitação ocorrida na safra de soja de 2003/04, também visualizado na Figura 13, segundo Cunha (2007), na região de Passo Fundo verificou-se que, no mês de outubro, foi encerrado um período de três meses, com precipitações abaixo do valor normal pela maior frequência de chuvas. Isto foi benéfico para a recuperação da umidade do solo sendo que, no mês de novembro, a precipitação ficou próxima da normalidade, com concentração maior no final do período. Este fato fez com que não se registrasse grandes dificuldades operacionais para a semeadura de soja. O mês de dezembro ficou marcado por muita chuva, tendo sido o mais chuvoso do ano, com 230 mm acima do valor normal (161,5 mm), condição esta favorável para a cultura.

Por outro lado, a partir de janeiro de 2004, as chuvas diminuíram substancialmente quando comparadas com o mês anterior, ficando 45,9 mm abaixo do valor normal (143,4 mm). Isto fez com que os problemas para a agricultura regional não se fizessem sentir de imediato, uma vez que, em razão do excesso de chuvas no mês de dezembro de 2003, o ano iniciou com o perfil do solo na capacidade máxima de retenção de água no campo.

Já em fevereiro as chuvas concentraram-se na primeira quinzena sendo que, dos 123,0 mm precipitados, 97% (119,0mm) ocorreram até o dia 15. A partir dessa data, as chuvas em Passo Fundo e região foram poucas e esparsas, fato esse que implicou em conseqüências negativas especialmente na cultura de soja, por coincidir com uma das fases críticas (floração e início de enchimento de grãos) para a formação do rendimento das lavouras. A redução da precipitação continuou durante todo o mês de março, tendo sido registrados apenas 26,7 mm, correspondendo a apenas 22% do valor normal (121,3 mm). Para a agricultura regional, particularmente para a cultura de soja (por coincidir com o período crítico de enchimento de grãos), esse fato foi consideravelmente adverso, embora não tão grave quanto em outras regiões do estado (CUNHA, 2007). A verificação das precipitações ocorridas mensalmente, das precipitações médias e dos desvios podem ser visualizados na Figura 25 no apêndice.

A precipitação abaixo da média, verificada na safra 2003/04, representou uma redução na produtividade média da cultura da soja de 28,3%, passando de 54,4 sacas da safra 2002/03 para 38,99 sacas nesta safra. A redução foi similar aos 32% de perdas verificadas por Farias et al. (2003), nas safras de 1977/78 e 1978/79 na região Sul.

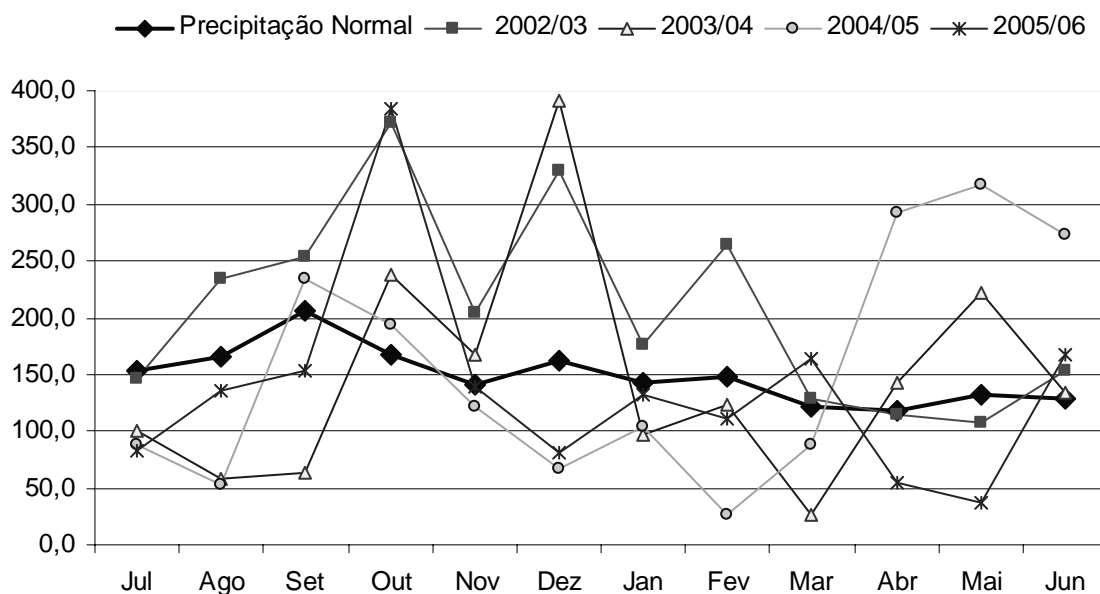


FIGURA 13 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2002 a junho de 2006

Com relação aos dados pluviométricos para a safra de soja de 2004/05, Figura 13, visualiza-se que os meses de setembro e outubro apresentaram índices pluviométricos um pouco superiores às médias normais.

A partir de novembro, segundo Cunha (2007), as precipitações foram abaixo das médias normais, afetando negativamente as culturas de verão na região. Este fato, em janeiro e fevereiro, acentuou os problemas de déficit hídrico para a cultura de verão, com precipitações bastante inferiores ao normal. Os 26,1 mm precipitados em fevereiro ocorreram quase totalmente no período de 21 a 28, quando se registrou 19,3 mm. Isto acentuou o problema de deficiência hídrica para as culturas de verão na região, particularmente em soja, por coincidir com o período de floração e enchimento de grãos. Ainda em março, continuou a condição de déficit hídrico, com precipitação abaixo do normal em 27%. A situação pluviométrica voltou ao normal apenas em abril. Porém, essas chuvas foram tardias para a cultura da soja, não evitando a quebra na safra sendo importantes, contudo, para a recuperação dos mananciais de água e dos níveis de umidade no solo.

A condição pluviométrica abaixo da média, verificada na safra 2004/05, representou uma redução na produtividade média da cultura da soja de 48,9%, passando de 54,4 sacas da safra 2002/03 para apenas 26,6 sacas nesta safra. A

redução ficou bem acima dos 32% de perdas verificadas por Farias et al. (2003), nas safras de 1977/78 e 1978/79, na região Sul. Por outro lado, esses autores também informam que, no RS, já se verificaram perdas de quase 70% nas safras de 1990/91, portanto, bem superiores. As precipitações ocorridas mensalmente, das precipitações médias e dos desvios podem ser visualizados na Figura 26 no apêndice.

Por fim, as condições meteorológicas ocorridas na última safra englobada neste trabalho (2005/06), segundo Cunha (2007), foram bastante favoráveis para as culturas de verão, conforme visualizado na Figura 13. Após um inverno com precipitações um pouco inferiores à normalidade, o mês de outubro apresentou precipitações acima do normal ficando próximo a esta em novembro. Segundo o autor, a condição climática também foi favorável à implantação das culturas de verão devido à elevada insolação.

Já no mês de dezembro, choveu praticamente a metade do valor normal, caracterizando um início de verão com pouca chuva. Em janeiro, a chuva manteve-se muito próxima do valor normal, atenuando o problema da pouca quantidade de chuva do mês anterior particularmente para a cultura de soja. Novamente, em fevereiro, as chuvas foram próximas à normalidade, diminuindo os problemas de escassez de água por terem sido bem distribuídas ao longo do período. Já o mês de março superou a média histórica em 43,3 mm, com maior frequência na segunda metade do mês, coincidindo com o período de enchimento de grãos de soja, evitando nova frustração de safra. Já os meses de abril e maio foram marcados com pouca chuva, favorecendo a operação da colheita da soja na região. As precipitações ocorridas mensalmente, das precipitações médias e dos desvios podem ser visualizados na Figura 27 no apêndice.

A situação pluviométrica, no período em estudo, foi, portanto, de duas safras com precipitações normais ou próximas à normalidade e duas safras com estiagens. Esta distribuição de precipitações está de acordo com Matzenauer et al. (2002) que demonstra que, no RS, em cada 20 anos, nove safras de soja têm suas produtividades reduzidas por deficiências hídricas, causadas pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular da precipitação. Ainda Ávila et al (1996) infere que a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial, no RS, é inferior a 60%, no período de dezembro a fevereiro, em praticamente todo o estado.

### 4.3 Receita bruta da cultura da soja nas safras 2002/03 a 2005/06

A partir dos dados climáticos da região de estudo, conforme Cunha (2007), visualizado na Figura 13, é possível destacar que, na primeira safra, não houve problemas de estresse hídrico para as culturas de verão, na região em que se realizou este estudo. Especificamente, na região de Não-me-Toque - RS, o clima favoreceu amplamente o cultivo da soja, com chuvas em abundância, geralmente bem distribuídas. Isto contribuiu para a obtenção de produtividades de 55 sc ha<sup>-1</sup> na AP e 54 sc ha<sup>-1</sup> na AT, conforme pode ser observado no Quadro 6.

Por outro lado, na safra de 2003/04 foi um ano bastante atípico na região. Logo após a implantação da cultura, observaram-se precipitações acima da média normal, com o mês de dezembro, superando a esta em 230 mm. Segundo Cunha (2007), a partir de dezembro até o final de março, a precipitação diminuiu sensivelmente, fechando todas as médias abaixo do normal. Este fato foi bastante desfavorável para a produtividade das culturas semeadas nas épocas mais tardias, pois a floração e o enchimento de grãos destas transcorreram justamente no período das estiagens. Isto desfavoreceu a produtividade da área manejada na AP, pois a semeadura ocorreu após a implantação da cultura no restante da fazenda, já no final do período ideal para a região.

Ainda, ao considerar a produtividade desta safra, verifica-se que a AP produziu apenas 37,8 sc ha<sup>-1</sup> contra 42,5 sc ha<sup>-1</sup> no outro sistema. Esta diferença pode ser explicada pelo fato da cultura, no manejo em AP, ter realizado o seu desenvolvimento reprodutivo quase que totalmente num período de déficit hídrico. Isto confere com as informações de Matzenauer et al. (2002) que comenta ser o período crítico da cultura da soja, do início da floração até o enchimento de grãos, época em que a precipitação pluvial, na maioria dos anos, não é suficiente para atender à demanda hídrica da cultura.

Novamente, na safra agrícola de 2004/05, a agricultura da região sofreu perdas nas lavouras devido a problemas de déficit hídrico. Estes problemas iniciaram a partir de novembro, estendendo-se por quase todo o ciclo de produção. Isto contribuiu para que a produtividade fosse de apenas 26,1 e 26,8 sc ha<sup>-1</sup> nos sistemas de AP e AT. Da mesma forma como na safra anterior a AP foi mais

prejudicada. Porém, as produtividades foram extremamente baixas nos dois sistemas, sequer cobrindo os custos de produção.

Por fim, na última safra, ao contrário do que ocorreu nas duas anteriores, as condições meteorológicas na região de estudo foram novamente bastante favoráveis às culturas de verão, inclusive para a cultura da soja. Produziu-se em média 57,6 e 56,6 sc ha<sup>-1</sup> no sistema de AP e AT respectivamente, superiores à produtividade da primeira safra em estudo.

Discutindo a questão da produtividade nas 4 safras, comprovou-se que, nos anos, com precipitações normais (primeira e última safra), as lavouras manejadas em AP foram mais produtivas. Isto nos indica que as menores produtividades, nas safras intermediárias neste sistema, não foram ocasionadas por problemas de fertilidade e sim, por fatores climáticos. Se as menores produtividades fossem oriundas de problemas químicos, também, na última safra, a produtividade teria sido maior no sistema praticado tradicionalmente, pois utilizou quantidades maiores de fertilizantes.

<b>RECEITA BRUTA SOJA - Safra 2002/03</b>						
<b>Atividade</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Produtividade Média (sc)</b>	<b>Preço Médio (R\$)</b>	<b>Receitas (R\$)</b>	<b>%</b>	<b>Receitas (US\$)</b>
SOJA AP	256	55	33,00	464.640,00	41,1	137.061,95
SOJA AT	374	54	33,00	666.468,00	58,9	196.598,23
<b>Área de soja</b>	<b>630</b>	<b>Faturamento Total da Soja</b>		<b>1.131.108,00</b>	<b>100,0</b>	<b>333.660,18</b>
<b>RECEITA BRUTA SOJA - Safra 2003/04</b>						
SOJA AP	132	37,8	42,84	213.754,46	19,3	73.203,58
SOJA AT	490	42,5	42,84	892.143,00	80,7	305.528,42
<b>Área de soja</b>	<b>622</b>	<b>Faturamento Total da Soja</b>		<b>1.105.897,46</b>	<b>100,0</b>	<b>378.732,01</b>
<b>RECEITA BRUTA SOJA - Safra 2004/05</b>						
SOJA AP	124	26,1	30,55	98.872,02	17,5	34.330,56
SOJA AT	568	26,8	30,55	465.044,32	82,5	161.473,72
<b>Área de soja</b>	<b>692</b>	<b>Faturamento Total da Soja</b>		<b>563.916,34</b>	<b>100,0</b>	<b>195.804,28</b>
<b>RECEITA BRUTA SOJA - Safra 2005/06</b>						
SOJA - AP	256	57,6	22,62	333.364,51	25,8	144.941,09
SOJA - AT	749	56,6	22,62	958.612,98	74,2	416.788,25
<b>Área de soja</b>	<b>1005</b>	<b>Faturamento Total da Soja</b>		<b>1.291.977,49</b>	<b>100,0</b>	<b>561.729,34</b>
<b>MÉDIA DAS 4 SAFRAS</b>						
SOJA - AP	192	44	32	277.657,75	26	97384
SOJA - AT	545	45	32	745.567,08	74	270097
<b>Área de soja</b>	<b>737</b>	<b>Faturamento Total da Soja</b>		<b>1.023.224,82</b>	<b>100</b>	<b>367481</b>

QUADRO 6 - Receita bruta nos dois sistemas de cultivo na safra agrícola de 2002/03

Analisando o manejo da soja, é notável comentar que, na primeira e segunda safra, cultivou-se, com a cultura, 630 e 622 ha, representando respectivamente 63,8% e 63% dos 988 ha da fazenda. Esta área sofreu um incremento, passando para 692 ha, na safra 2004/05, passando para 70,1 % da área total. Possivelmente, seja consequência dos excelentes preços pagos ao produtor na safra anterior (Quadro 6). Na última safra estudada, incrementou-se a área de cultivo da soja passando para 1.005 ha, o que representou 80% dos 1.257 hectares cultivados na fazenda. Observa-se que houve um aumento da área cultivada, por arrendamento. Cultivaram-se 256 ha no sistema de AP e 749 ha no sistema tradicional representando um total de 20,4% e 59,6% da área total, respectivamente.

O preço médio da soja, pago aos produtores pela cooperativa da região no período em estudo, foi de R\$ 33,00; R\$ 42,84; R\$ 30,55, R\$ 22,62 por saca de 60 kg da primeira à última safra. Verifica-se que os preços seguiram as oscilações do mercado internacional conforme apresentado por Moraes Filho (2007). Os menores valores na última safra contribuíram sensivelmente para o aumento grande da produtividade de equilíbrio sobre os custos de produção.

Comentando a receita bruta total, também observada no Quadro 6, verifica-se que o faturamento médio do sistema de AP foi de 26%, contra 74%, das áreas manejadas no sistema tradicional. É importante comentar que, na primeira safra, este percentual foi de 41,1%, diminuindo posteriormente. Isto porque, na propriedade, parte da área, outrora cultivada com milho, passou a ser semeada com a soja, no manejo tradicional.

#### **4.4 Custos Fixos da cultura da soja nas safras 2002/03 a 2005/06**

No Quadro 7 estão mostrados os custos fixos calculados, para os dois sistemas de manejo, no período considerado. A importância em apresentar, de forma detalhada estes custos, está no fato de permitir ao produtor quantificar a participação do capital imobilizado, ao longo prazo, no custo da sua atividade produtiva. Destaca-se que, em muitas propriedades e, em algumas situações, o produtor não contabiliza estas contas no custo de produção, fazendo com que passe despercebido sua lenta descapitalização.

CUSTOS FIXOS NA CULTURA DA SOJA										
DESCRIÇÃO	SAFRA 2002/03		SAFRA 2003/04		SAFRA 2004/05		SAFRA 2005/06		MÉDIA	
	AP	AT	AP	AT	AP	AT	AP	AT	AP	AT
	(R\$ ha <sup>-1</sup> )									
	%									
Mão-de-obra Permanente	28,56	28,58	30,80	30,80	33,54	33,54	28,50	28,50	9,4	10,2
Remuneração do produtor (10 salários mínimos + encargos 59%)	21,23	21,25	24,13	24,13	27,03	27,04	24,67	24,67	7,5	8,2
Energia Elétrica e Telefone	6,93	6,93	7,76	7,76	8,68	8,68	7,64	7,64	2,4	2,6
Depreciação	68,22	47,10	68,22	47,09	68,22	47,10	58,16	37,02	20,4	15,0
Juros sobre Capital Fixo (6 %aa)	27,97	24,11	27,97	24,10	27,97	24,11	22,82	18,94	8,3	7,7
Custo Oportunidade da Terra - (Arrendamento 8 sc ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	132,00	132,00	171,36	171,29	122,20	122,20	90,48	90,48	40,1	43,4
Seguro sobre Capital Fixo	6,45	5,97	6,45	5,96	6,45	5,97	5,17	4,69	1,9	1,9
ITR (Imposto Territorial Rural)	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,18	0,15	0,15	0,1	0,1
Custos de comercialização (INSS, SAT, Custeio SENAR)	41,75	40,99	37,25	41,86	18,34	18,83	29,95	29,44	9,9	11,0
<b>TOTAL DE CUSTOS FIXOS</b>	<b>333,26</b>	<b>307,07</b>	<b>374,09</b>	<b>353,16</b>	<b>312,61</b>	<b>287,65</b>	<b>267,54</b>	<b>241,52</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>TOTAL (AP menos AT)</b>	<b>26,19</b>		<b>20,93</b>		<b>24,95</b>		<b>26,02</b>			

QUADRO 7 - Custos fixos calculados para a safra agrícola de 2002/03 nos dois sistemas de cultivo

A partir da análise dos custos fixos totais na cultura da soja, e de maneira comparativa entre os dois sistemas de manejo, confirma-se que estes foram superiores na AP. Esta diferença foi de R\$ 26,19 ha<sup>-1</sup>; R\$ 20,93 ha<sup>-1</sup>; R\$ 24,95 ha<sup>-1</sup> e de R\$ 26,02 ha<sup>-1</sup>, da primeira à última safra, respectivamente. O custo superior está relacionado ao capital imobilizado nos equipamentos do sistema de AP que oneram devido a sua depreciação. Por outro lado, nos estudos realizados por Vieira e Brizolla (2007), na atividade agrícola, apesar de os custos com depreciação, combustível e manutenção de máquinas aumentarem com a mecanização, no geral os custos de produção diminuiram, por haver uma queda significativa nos custos com mão-de-obra. Desta forma, para os autores, na medida em que aumenta o grau de mecanização, dentro de empresas do mesmo porte, os custos de produção diminuem.

Ainda no Quadro 7, é importante destacar os fatores que mais contribuíram para os custos fixos da propriedade. Pela ordem, os maiores custos foram os de oportunidade da terra, seguidos da depreciação e dos custos de comercialização, em ambos os sistemas de manejo. O fator de maior contribuição participou com 40,1% no manejo em AP, e 43,4%, no outro sistema, seguido da depreciação, com 20,4% contra 15%, e, dos custos de comercialização com 9,9% na AP e 11% na AT. Por outro lado, vale destacar que, nas empresas pesquisadas por Vieira e Brizolla (2007), dentre os custos classificados como fixos, aqueles decorrentes da depreciação da estrutura física de apoio, seguros, mão-de-obra do pessoal de suporte, os serviços administrativos, gerência, vendas entre outros, têm diferentes participações na composição do custo total das empresas.



#### 4.5 Custos variáveis da cultura da soja nas safras 2002/03 a 2005/06

Os custos variáveis, calculados para o período de abrangência neste estudo, estão apresentados no Quadro 8. Neste se apresenta os principais fatores que compõem os desembolsos efetivamente realizados com a cultura, em cada safra e, nos dois sistemas, de forma comparativa.

Comentando o Quadro 8, com relação aos insumos efetivamente utilizados nesta propriedade, destaca-se que, em todas as safras, o sistema de AP reduziu a quantidade de fertilizantes. Este fato foi possível ao se recomendar taxas de aplicação, de acordo com a exportação pela cultura e, buscando local o fertilizante nas áreas com maiores necessidades. Isto foi viável pelas análises realizadas, a partir da amostragem de 1 ponto por ha, que mostraram valores muito altos de nutrientes, em grande parte das áreas, obtida pela “construção” da fertilidade ao longo de vários anos do manejo tradicional, com doses elevadas. Contrapondo a este, no manejo tradicional a propriedade trabalha normalmente com fórmulas a taxas fixas, que variaram, de ano para ano de 350 a 450 kg ha<sup>-1</sup>. Neste contexto é importante que sejam destacadas as informações de Mohamed et al. (1996). Para os autores o excesso de fertilizantes pode gerar impactos negativos na qualidade das águas subterrâneas e reduzir as margens de lucro, enquanto que a sua falta pode restringir a produtividade e a qualidade da cultura. Para Focht et al. (2004), a AP trabalha na busca da estabilidade do que é econômico, ambiental e agronomicamente mais correto. Enfatizam que não importa a região, conformação do talhão ou mesmo o histórico da área, em todas as áreas do Brasil existe uma variabilidade intrínseca que deve ser explorada e não mantida ou mesmo aumentada. Associado a isso, a maioria dos insumos são finitos na natureza, demandando uma melhor utilização. Quando isso ocorrer, as plantas podem intensificar a absorção de nutrientes, melhorar seu desenvolvimento, bem como e diminuir a possibilidade da perda dos mesmos para o ambiente, havendo a possibilidade de contaminar os corpos de água.

Ainda, com relação aos demais insumos, sempre se utilizou os mesmos produtos nos dois sistemas. Apenas na safra 2005/06, foi necessária uma aplicação a mais de herbicida no manejo tradicional.

CUSTOS VARIÁVEIS 4 SAFRAS										
DESCRIÇÃO	SAFRA 2002/03		SAFRA 2003/04		SAFRA 2004/05		SAFRA 2005/06		MÉDIA	
	AP	AT	AP	AT	AP	AT	AP	AT	AP	AT
<b>Custos Variáveis Insumos</b>	R\$ ha <sup>-1</sup>								(%)	
Semente	57,89	57,89	49,50	49,50	57,75	57,75	103,38	100,80	11,1	10,6
Inoculante	20,25	20,25	23,70	20,25	23,70	20,25	50,25	50,25	4,9	4,4
Adubo Fosmag (00-12-28)	222,69	256,95	122,00	213,50	265,56	275,80	73,73	114,40	33,2	38,4
Fertilizante KCL (0-0-60)							18,48			
Fertilizantes SFT (0-46-0)							97,40	104,85		
Herbicida (Roundup WG)	44,66	44,66	56,54	56,54	60,02	60,02	51,46	55,14	8,8	8,6
Fungicida (Opera)	46,00	46,00	66,00	66,00	68,00	68,00	63,60	63,60	10,1	9,7
Fungicida (Folicur)									-	-
Fung. Sem. Thiram + Carbamax	4,20	4,20	4,98	4,98	5,12	5,12	4,79	4,79	0,8	0,8
Inseticida Dimilin	4,07	4,07	5,06	5,06	5,41	5,41	4,50	4,50	0,8	0,8
Adubo Foliar- Basfoliar	13,92	13,92	13,98	13,98	17,58	17,58	15,75	15,75	2,5	2,4
Espalhante Adesivo	1,04	1,04	1,10	1,10	1,30	1,30	3,66	3,66	0,3	0,3
Inseticida Cypemil	4,80	4,80	5,36	5,36	5,71	5,71			0,7	0,6
Inseticida Talcord							5,70	5,70	0,2	0,2
<b>Total Insumos</b>	<b>419,52</b>	<b>453,78</b>	<b>348,22</b>	<b>436,27</b>	<b>510,14</b>	<b>516,94</b>	<b>492,70</b>	<b>523,44</b>	<b>73,5</b>	<b>76,8</b>
<b>Outros custos variáveis</b>										
Conservação e Reparos	48,64	45,37	52,75	45,85	46,42	44,46	58,94	50,76	8,6	7,4
Combustível	25,81	25,81	27,77	26,61	27,15	29,35	37,13	37,13	4,9	4,7
Mão-de-obra Temporária										
Juros s/o Capital de Giro (8,75 %aa)	36,75	36,75	36,75	36,75	28,88	28,88	34,13	34,13	5,7	5,4
Serviços de Terceiros										
Assist. Técnica (2 %)	14,00	14,00	14,00	14,00	11,00	11,00	13,00	13,00	2,2	2,1
Análises de solos	9,25	0,19	9,25	0,19	9,25	0,19	9,25	0,19	1,5	0,0
Transporte	27,50	27,00	18,90	21,25	13,05	13,40	28,78	28,30	3,7	3,6
<b>Total outros custos</b>	<b>161,95</b>	<b>149,12</b>	<b>159,42</b>	<b>144,65</b>	<b>135,75</b>	<b>127,27</b>	<b>181,23</b>	<b>163,50</b>	<b>26,5</b>	<b>23,2</b>
<b>CUSTO VARIÁVEL TOTAL</b>	<b>581,47</b>	<b>602,89</b>	<b>507,64</b>	<b>580,92</b>	<b>645,89</b>	<b>644,21</b>	<b>673,93</b>	<b>686,94</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>TOTAL (AT MENOS AP)</b>	<b>21,4</b>		<b>73,3</b>		<b>-1,7</b>		<b>13,0</b>			

QUADRO 8 - Custos variáveis nos dois sistemas das safras 2002/03 à 2005/06

Ainda no Quadro 8, observa-se que os demais custos variáveis mostraram-se superiores no sistema de AP em relação ao tradicional. Este fato pode ser relacionado a dois importantes itens, que foram os gastos com conservação e reparos de máquinas e benfeitorias e, pelo custo das análises de solos. O primeiro fator foi superior na AP devido ao maior valor dos equipamentos desse sistema. Para Oliveira et al. (2001), as despesas com reparos e manutenção compõem os mais elevados itens dos custos operacionais, o que pode ser atribuído ao uso intensivo dos tratores agrícolas, tornando antieconômica a utilização da máquina na empresa. Para os autores, o responsável pelo gerenciamento do sistema mecanizado precisa estar atento aos fatores que afetam negativamente a vida útil do trator, tais como a falta de manutenção preventiva, a qualidade das peças de reposição, as retíficas periódicas e o treinamento inadequado do operador. Por outro lado, Machado et al. (1996), explicam que a manutenção adequada, juntamente ao correto armazenamento das máquinas, aumenta a eficiência do trabalho, minimizando perdas de tempo com paradas para correção de eventuais problemas.

As análises de solos participam, de forma importante, na diferença entre os sistemas, pois, na propriedade, as amostragens no sistema tradicional são

realizadas retirando-se apenas 1 amostra composta a cada 50 ha, enquanto que, no sistema de AP, retirou-se uma amostra composta para cada hectare.

Discutindo-se a diferença existente nos custos variáveis da propriedade, nos dois sistemas de produção, comprova-se que apenas a safra 2004/05 não foi favorável à AP. Pela ordem, da safra 2002/03 até 2005/06, obteve-se uma diferença anual desta para a AT, respectivamente, de R\$ 21,40 ha<sup>-1</sup>; R\$ 73,30 ha<sup>-1</sup>; R\$ -1,7 ha<sup>-1</sup> e R\$ 13,00 ha<sup>-1</sup>.

Ao expressar a participação média de cada fator na composição dos custos variáveis, é possível visualizar, com clareza, onde o produtor desembolsou a maior parte destes recursos nas quatro safras. Comparando os dois sistemas, confirma-se que os itens componentes dos produtos agroquímicos e sementes foram responsáveis por 73,5% na AP e 76,8% no manejo tradicional. Isto confere com Floss (2004), que explica ser a semente, o fertilizante e os agroquímicos, os fatores com maior contribuição nos desembolsos monetários, sendo o custo determinante do processo. Além disso, dentro dos agroquímicos, o fator de maior desembolso, em ambos os sistemas, foi o fertilizante, no qual se gastou 33,2% de todos os custos variáveis na AP e 38,4% no manejo tradicional.

Os demais custos variáveis perfazem um total de 26,5 e 23,2% respectivamente. Dentro desses custos o fator que mais contribuiu para ambos os sistemas foram os gastos com conservação e reparos.

É importante destacar que os custos da amostragem de solos, muitas vezes considerados como bastante oneroso pelos produtores, contribuíram com apenas 1,5% dos custos variáveis no sistema de AP. Por outro lado, o custo médio com fertilizantes totalizou 33,2% e 38,4%, respectivamente na AP e AT, representando uma diferença de 5,2% em favor da AP. A participação da amostragem, nos custos variáveis, foi bem superior neste trabalho devido à densidade das amostras coletadas, que foi de 1 amostra por ha, se comparado ao resultado obtido por Menegatti et al. (2004), na lavoura canavieira. Em seus trabalhos os custos de amostragem e de laboratório foram maiores na AP, subindo de 0,94 R\$ ha<sup>-1</sup>, na amostragem tradicional, para 2,54 R\$ ha<sup>-1</sup> no sistema de amostragem em grade. Já os resultados obtidos pelos autores mostraram que o consumo de calcário foi reduzido em aproximadamente 35%, e no fósforo diminuiu-se o consumo em 39%, bem superior aos resultados obtidos, neste trabalho, na lavoura de soja.

#### 4.6 Resultados econômicos da soja nas safras 2002/03 a 2005/06

Na agricultura moderna, as propriedades rurais estão constantemente em busca de melhores resultados em seus empreendimentos. A redução dos custos de produção pela melhor locação dos recursos, a melhoria dos resultados produtivos bem como, o gerenciamento detalhado de cada atividade são imprescindíveis para atingir os objetivos. No Quadro 9, dispõem-se os principais resultados, por hectare, alcançados em cada uma das safras em estudo de maneira comparativa entre os dois sistemas de manejo da fazenda.

Comentando-se a receita bruta da propriedade, de forma conjunta nas quatro safras em estudo, nota-se que foi superior no manejo em AP em R\$ 78,74 ha<sup>-1</sup> passando de R\$ 1367,39 ha<sup>-1</sup> para R\$ 1446,13 ha<sup>-1</sup>. Estes resultados poderiam ter sido melhores caso a distribuição de chuvas e a deficiência hídrica não tivesse prejudicado às áreas implantadas tardiamente. Isto porque, segundo Matzenauer et al. (2002), os resultados de pesquisas demonstram que, em cada vinte anos, nove safras de soja têm produtividades reduzidas por deficiências hídricas, causadas pela baixa quantidade ou pela distribuição irregular das chuvas. Ainda, segundo os autores, o período crítico da cultura da soja é do início da floração até o enchimento de grãos, período em que a precipitação pluvial, na maioria dos anos, não é suficiente para atender à demanda hídrica da cultura em diversas localidades do Rio Grande do Sul.

Ainda no Quadro 9, comparando-se os desembolsos efetivamente realizados pelo produtor, oriundos dos custos variáveis acrescidos dos desembolsos ocorridos com energia elétrica, telefone e ITR, destaca-se que, na AP, gastou-se, em média, R\$ 27,38 ha<sup>-1</sup> a menos, passando de R\$ 731,93 ha<sup>-1</sup> para R\$ 704,55 ha<sup>-1</sup> o que expressou uma economia de 3,7%. Apenas, na safra 2004/05, os recursos desembolsados foram menores no manejo tradicional.

Subtraindo da receita bruta os recursos financeiros desembolsados e os custos de depreciação de máquinas e benfeitorias da propriedade, obtém-se a margem operacional total que caracteriza a sobra financeira do produtor para cobrir os custos de oportunidade do capital, seguros e a obtenção efetiva de lucros. Comparando a MOT média entre os sistemas no período, verifica-se que, na AP foi de R\$ 676,72 ha<sup>-1</sup> e na AT de R\$ 591,82 ha<sup>-1</sup> resultando numa diferença monetária

de R\$ 84,90 ha<sup>-1</sup> ou 14,4% superior. É necessário destacar que, na safra 2004/05, a MOT foi negativa no sistema de AP, mostrando que a receita nesta safra, devido à estiagem, não foi suficiente para cobrir os desembolsos realizados para produzir e os custos de depreciação.

Quanto aos custos totais em cada safra, também apresentados no Quadro 9, verificou-se que, em três safras, foram um pouco superiores no manejo em AP. Isto deve-se ao fato de, neste trabalho, considerar-se o custo de depreciação dos equipamentos de apenas 5 anos. Lowenberg-DeBoer (2000), calculou os custos dos equipamentos, tomando um valor residual de 10,0% do valor investido no equipamento e vida útil de 3 anos. O mesmo utilizou uma vida útil curta pela suposição conservadora da rápida mudança tecnológica. Mas, pela sua experiência com alguns equipamentos de agricultura de precisão, mediante algumas atualizações de programas, informa que os equipamentos base podem ter vida útil maior, similar aos equipamentos de uso convencional. Explica ainda que, nos EUA, muitos dos monitores de rendimento, adquiridos em 1.992 ainda estavam operando em 2.000, estando, portanto, com 8 anos de utilização.

Analisando os custos totais médios, de forma conjunta nas quatro safras, foram de R\$ 927,46 ha<sup>-1</sup> na AT e de 925,03 ha<sup>-1</sup> na AP, representando uma pequena diferença favorável para esta de R\$ 2,43 ha<sup>-1</sup> ou 0,3%. Deduz-se, portanto, que mesmo usando menores taxas de fertilizantes em todas as safras, devido aos maiores custos fixos, ocasionados pela depreciação dos equipamentos da AP em apenas 5 anos, não houve uma redução de custos. Por outro lado, segundo Oliveira (2000), com o aumento da competitividade na agricultura e a diminuição das intervenções por parte dos governos, o custo de produção torna-se um importante instrumento de planejamento e gerenciamento dos negócios agropecuários. Isto faz com que haja a necessidade de reduzir os custos e à aplicação de métodos de controle dos mesmos. O controle dos custos, a que se refere o autor, pode ser realizado de forma localizada em cada talhão ao utilizar a tecnologia da AP.

A margem líquida, obtida nas quatro safras, também disponível no Quadro 9, foi favorável à AP nas safras com produtividades normais, ou seja, sem estiagens. Nas safras intermediárias, em que o clima foi desfavorável à cultura, a produção foi menor na AP. Confirma-se, mesmo assim que, na safra 2003/04, houve resultados positivos em R\$ 737,62 ha<sup>-1</sup> na AP e R\$ 886,49 ha<sup>-1</sup> no manejo tradicional. O fator que mais contribuiu para esses resultados foram os bons preços pagos ao produtor

pelo produto colhido, chegando a R\$ 52,00 sc<sup>-1</sup> 60 kg no município. Já, na safra 2004/05, o lucro econômico ou margem líquida foi negativo nos dois sistemas de manejo, atingindo R\$ -161,14 ha<sup>-1</sup> e R\$ -113,12 ha<sup>-1</sup>, respectivamente, na AP e AT. Este resultado possibilita inferir que, devido às estiagens, o produtor obteve um lucro considerado abaixo do normal nos dois sistemas. Nesta situação, em que a RBT < CT, conforme Floss (2004) identifica-se um cenário onde a empresa rural continua produzindo, mas sem a remuneração efetiva de todos os fatores de produção, podendo reverter a situação para lucro normal ou supernormal em exercícios posteriores.

Por outro lado, ao comentar a margem líquida verificada nos dois sistemas de forma conjunta para as quatro safras, é possível argumentar que a AP gerou um lucro líquido médio de R\$ 521,10 ha<sup>-1</sup> contra R\$ 439,92 ha<sup>-1</sup> no outro sistema. Portanto, o sistema anterior foi mais lucrativo em R\$ 81,18 ha<sup>-1</sup> o que representa uma diferença de 18,4% favorável à sua adoção. Isto confere com Mattoso (2002), ao explicar que, para passar de uma faixa em que o lucro médio é de R\$ 500,00 ha<sup>-1</sup> para R\$ 700,00 ha<sup>-1</sup>, o produtor não poderá gastar mais do que R\$ 200,00 ha<sup>-1</sup>. Caso contrário, a interferência não seria lucrativa, sendo preferível deixar como está.

DESCRIÇÃO		SAFRA 2002/03		SAFRA 2003/04			
		AP	AT	AP	AT		
Receita Bruta Total	R\$ ha <sup>-1</sup> )	1.815,00	1.782,00	1.619,35	1.820,70		
Desembolsos Totais	R\$ ha <sup>-1</sup> )	680,08	700,78	607,73	685,67		
Margem Operacional Total	R\$ ha <sup>-1</sup> )	1.066,70	1.034,12	943,40	1.087,93		
Custo Total	R\$ ha <sup>-1</sup> )	914,72	909,96	881,73	934,21		
Margem Líquida	R\$ ha <sup>-1</sup> )	900,28	872,04	737,62	886,49		
Lucratividade	(%)	49,60	48,94	45,55	48,69		
Rentabilidade do capital	(%)	6,67	6,49	5,47	6,60		
Ponto de Equilíbrio / Desemb. Total	(sc ha <sup>-1</sup> )	20,6	21,2	14,2	16,0		
Ponto de Equilíbrio / CT	(sc ha <sup>-1</sup> )	27,7	27,6	20,6	21,8		
		SAFRA 2004/05		SAFRA 2005/06		MÉDIA	
		AP	AT	AP	AT	AP	AT
Receita Bruta Total	R\$ ha <sup>-1</sup> )	797,36	818,74	1.302,21	1.279,86	1.446,13	1.367,39
Desembolsos Totais	R\$ ha <sup>-1</sup> )	733,66	732,48	764,83	777,33	704,55	731,93
Margem Operacional Total	R\$ ha <sup>-1</sup> )	-4,52	39,15	479,21	465,51	676,72	591,82
Custo Total	R\$ ha <sup>-1</sup> )	958,50	931,86	941,47	928,46	925,03	927,46
Margem Líquida	R\$ ha <sup>-1</sup> )	-161,14	-113,12	360,73	351,40	521,10	439,92
Lucratividade	(%)	-20,21	-13,82	27,70	27,46	36,03	32,17
Rentabilidade do capital	(%)	-1,19	-0,84	2,67	2,62	3,86	3,27
Ponto de Equilíbrio / Desemb. Total	(sc ha <sup>-1</sup> )	24,0	24,0	33,8	34,4	24,5	25,3
Ponto de Equilíbrio / CT	(sc ha <sup>-1</sup> )	31,4	30,5	41,6	41,0	31,6	31,7

QUADRO 9 - Resultados econômicos das 4 safras avaliadas

Na atividade produtiva, é importante que o produtor saiba o quanto seu produto deixa de resultado em relação ao preço de venda e o custo de produção. Na análise conjunta dos resultados das 4 safras, calculando-se a lucratividade pela média ponderada das áreas utilizadas, nos dois sistemas, conclui-se que a lucratividade, obtida na cultura da soja, foi de 36,0% na AP e de 32,2% na AT, sendo favorável ao primeiro em 3,9%. Esse resultado expressa, claramente, que na média das 4 safras, ambos os sistemas foram capazes de cobrir todos os custos, inclusive os de oportunidade, gerando lucros que possibilita a realização de investimentos.

Com relação à rentabilidade do capital investido na atividade (Quadro 9), observa-se que, no manejo tradicional, foi de 3,3%, passando para 3,9% ao adotar a tecnologia e o manejo da AP. Para Antunes e Ries (2001), esse item tem alta correlação com os custos de oportunidade do capital investido na atividade. Conclui-se, portanto, que o manejo em AP, utilizado na fazenda, foi mais rentável que o manejo tradicional. É importante explicar que, no cálculo da rentabilidade, estão inclusos os custos de oportunidade da terra e do capital investido na produção. Dessa forma, os resultados alcançados sendo positivos, significam que os investimentos na atividade são mais rentáveis que a alternativa de aplicação, de tais recursos, no mercado financeiro.

O ponto de equilíbrio sobre o desembolso total, que representa o volume de produção necessário para cobrir o capital gasto efetivamente para produzir, também está apresentado no Quadro 9. Verifica-se que ocorre uma oscilação bastante grande entre as quatro safras analisadas. Isto se deve ao preço final pago ao produtor pelo produto vendido ao final da safra. Assim, na safra 2002/03, o ponto de equilíbrio foi de 27,7 e 27,6 sc ha<sup>-1</sup> no manejo em AP e AT, respectivamente, com a soja comercializada a R\$ 33,00 sc<sup>-1</sup>. Na safra seguinte estes valores decresceram para 20,6 e 21,8 sc ha<sup>-1</sup>, respectivamente, devido aos preços da soja comercializados, em média, a R\$ 42,84 sc<sup>-1</sup>. Na safra 2004/05, os preços da soja decresceram para valores médios em torno de R\$ 30,55 sc<sup>-1</sup>, o que levou ao desembolso de 31,4 e 30,5 sc ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Na última safra, o patamar de preços chegou ao nível mais baixo de período, com a soja sendo comercializada a R\$ 22,62 sc<sup>-1</sup>. Com estes preços, o volume necessário para equilibrar o desembolso realizado pelo produtor foi de 41,6 e 41,7 sc ha<sup>-1</sup>, respectivamente, no manejo em AP e tradicional. Contabilizando o volume médio desembolsado pelo produtor na referida cultura, nas quatro safras, verifica-se que foram gastos 31,6 e 31,7 sacas

nos dois sistemas, respectivamente. Isto representa uma pequena redução no manejo em AP quando se considera a indexação ao produto. É necessário destacar que esse desembolso poderia ter sido reduzido ainda mais, no sistema de AP, caso não fossem utilizados produtos formulados durante três das quatro safras. Esse fato fez com que se gastasse mais fertilizante do que efetivamente seria necessário.

Nas Figuras 14, 15 e 16, são apresentados os resultados econômicos, calculados para três distintos cenários, nos dois sistemas de manejo em estudo. Para facilitar a visualização dos resultados comparativos das 4 safras analisadas de forma conjunta, discutidos no Quadro 9, apresentam-se alguns destes na Figura 14.

Merece destaque, nesta figura, que, no manejo em AP da propriedade obteve-se receita bruta média favorável ao sistema em 5,8%. Por outro lado, este foi mais eficiente ao reduzir os custos variáveis em 4,5%, fator que foi minimizado pelo maior custo fixo (8,7%). Contudo, ainda restou uma pequena diferença favorável à adoção da tecnologia pela redução dos custos de produção totais (0,3%). Associado à diminuição de custos, obteve-se margem líquida favorável à adoção da tecnologia com diferença de, aproximadamente, R\$ 81,18 ha<sup>-1</sup> ou 18,4%, favorável à sua adoção. Este aumento na margem líquida, indexado ao produto, ao preço médio das 4 safras de R\$ 32,25 sc<sup>-1</sup>, representou um ganho ao produtor de 2,5 sacas de soja por hectare, comprovando a viabilidade do sistema.

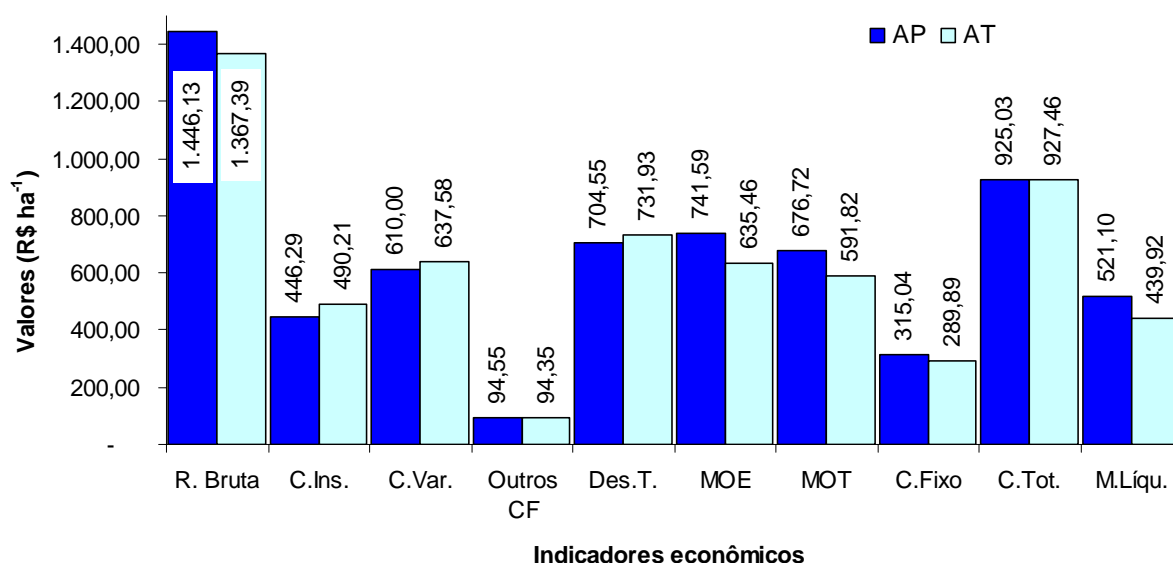


FIGURA 14 - Resultados econômicos das 4 safras de soja nos dois sistemas de manejo



Na Figura 15, apresenta-se um cenário simulado dos resultados, tomando como base a média das duas safras de produção, consideradas normais ou sem problemas com estiagens (safras 2002/03 e 2005/06). Nesta condição, a receita bruta total média, no sistema de AP, foi de R\$ 1.558,60 ha<sup>-1</sup> e, no sistema de AT, foi de R\$ 1.447,09 ha<sup>-1</sup>, sendo maior no sistema de AP em R\$ 111,55 ha<sup>-1</sup> ou 7,7%. Nestas duas safras, reduziu-se os gastos com insumos em R\$ 44,13 ha<sup>-1</sup> no sistema de AP, comparado ao manejo em AT. Analisando também o desembolso total médio, realizado pelo produtor nas 2 safras (custo variável + custos fixos desembolsados com energia elétrica e telefone), nota-se que o sistema de AP foi mais eficiente ao reduzir estes gastos em R\$ 29,37 ha<sup>-1</sup>. No sistema tradicional, estes gastos foram de R\$ 751,83 ha<sup>-1</sup> e na AP foi de R\$ 722,46 ha<sup>-1</sup>.

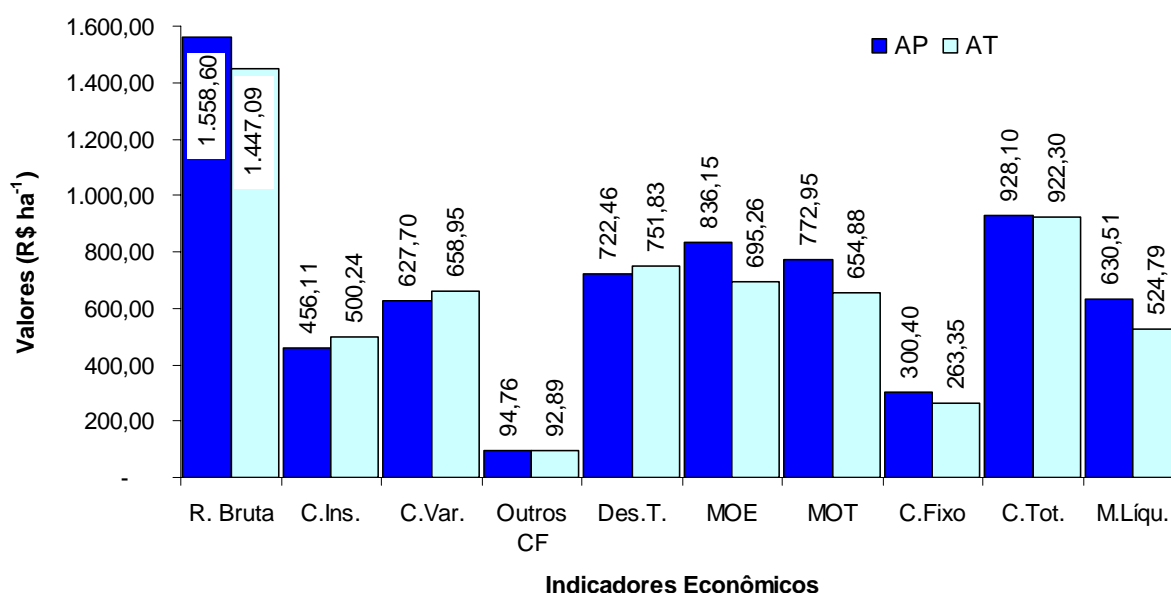


FIGURA 15 - Resultados econômicos dos 2 anos de produção de soja sem estiagem nos dois sistemas de manejo

Ao considerar o custo fixo total de produção, é importante destacar que foi maior no sistema de AP em R\$ 37,05 ha<sup>-1</sup> ou 14,0%, pois nesse estão inseridos os custos dos equipamentos para coleta de informações e aplicação em taxas variáveis. Com relação ao custo total médio das 2 safras, sem estiagem, observa-se que no sistema de AP, foi de R\$ 928,10 ha<sup>-1</sup> e, no tradicional, de R\$ 922,30 ha<sup>-1</sup>, representando uma diferença de R\$ 5,80 ha<sup>-1</sup> ou 0,6% favorável à última. Por outro lado, a margem líquida, ou lucro líquido total, nestas duas safras foi favorável àquela, sendo em média superior em R\$ 105,72 ha<sup>-1</sup> ou 20,1%. Os valores médios

da margem líquida na propriedade, nas safras sem estiagem, foram de R\$ 641,09 ha<sup>-1</sup> em AP e de R\$ 522,13 ha<sup>-1</sup> no manejo tradicional.

Da análise dos resultados da propriedade, nas duas safras sem problemas de estiagens, é possível inferir que a AP apresentou um custo total um pouco superior, porém, aumentou a margem líquida da cultura da soja em mais de R\$ 118,96 ha<sup>-1</sup> ou 20,1%.

Em contraposição aos resultados obtidos na propriedade, nas safras sem estiagens se visualiza, na Figura 16, o cenário dos resultados tomando como base a média das duas safras de produção com problemas de estiagem na região (safras 2003/04 e 2004/05). Nesta condição, a receita bruta total média no sistema de AP foi de R\$ 1.221,20 ha<sup>-1</sup> e no sistema de AT foi de R\$ 1.282,79 ha<sup>-1</sup>, sendo maior no segundo sistema em R\$ 61,59 ha<sup>-1</sup>. Este resultado pode ser atribuído, principalmente, à condição climática favorável à cultura implantada mais cedo, no caso a tradicional.

Com relação aos desembolsos com insumos nessas duas safras, houve uma redução no sistema de AP de R\$ 52,93 ha<sup>-1</sup> ou 12,4%, comparado ao manejo em AT. Analisando também o desembolso total médio, realizado pelo produtor nestas safras (custo variável + custos fixos desembolsados com energia elétrica, telefone e ITR), nota-se que o sistema de AP foi mais eficiente ao reduzir estes gastos em R\$ 42,08 ha<sup>-1</sup> ou 6,3%, passando de R\$ 710,80 ha<sup>-1</sup> para R\$ 668,72 ha<sup>-1</sup>.

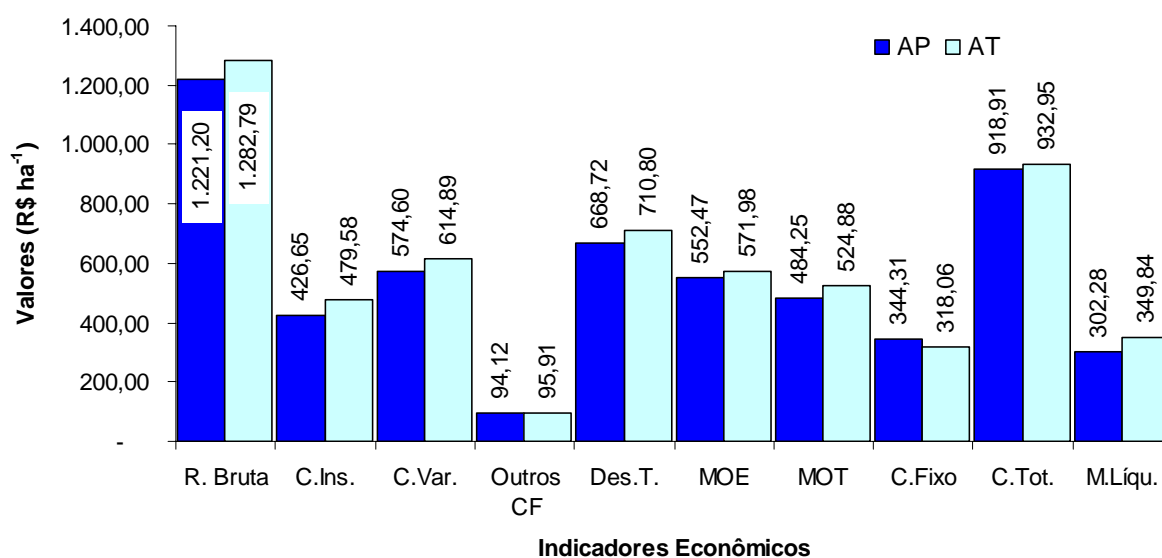


FIGURA 16 - Resultados econômicos dos 2 anos de produção de soja com estiagem nos dois sistemas de manejo

Na análise do custo fixo total médio pode-se comprovar, na Figura 16, que foi maior no sistema de AP em R\$ 26,25 ha<sup>-1</sup>, resultado devido aos custos dos equipamentos do sistema. Quanto ao custo total médio das 2 safras, com estiagens, observou-se que no sistema de AP foi mais eficiente ao reduzir os custos de R\$ 932,95 ha<sup>-1</sup> para R\$ 918,91 ha<sup>-1</sup>, representando uma diferença de R\$ 14,04 ha<sup>-1</sup> favorável a esse sistema.

Quanto aos resultados obtidos nas duas safras com estiagens, é necessário observar que a margem líquida foi menor no manejo em AP em R\$ 47,56 ha<sup>-1</sup> ou 15,7%, o que inviabilizaria a aquisição dos equipamentos para o sistema nessas condições específicas de clima e manejo. A margem líquida média na AP foi de R\$ 302,28 ha<sup>-1</sup> em AP e no tradicional de e R\$ 349,84 ha<sup>-1</sup>.

A partir dos resultados obtidos na propriedade, nas duas safras com estiagens na região, durante a maior parte do ciclo da cultura, é possível inferir que, nas áreas da AP, reduziu-se o custo de produção devido a melhor locação dos insumos em R\$ 14,04 ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, o lucro líquido da cultura da soja, foi inferior em 15,7% nessas condições, o que inviabilizaria a aquisição dos equipamentos.

Um questionamento que o produtor faz quando pensa em investir numa determinada tecnologia é em quanto tempo o investimento trará retorno. Obviamente que cada caso, propriedade, situação de cultivo, tipo de cultura entre outras, terá um retorno específico. Na Figura 17 apresenta-se uma simulação do tempo (em safras de soja) que o produtor necessitaria para obter o retorno do investimento com base nos resultados da propriedade em estudo. Agrupou-se os resultados das diferenças na margem líquida, considerando as 4 safras colhidas (situação efetiva) e as duas safras sem estiagens, visto que, nos resultados das duas safras com estiagens, o investimento não se pagaria.

No primeiro caso, considerando-se os resultados, obtidos nas 4 safras de soja e a área de 256 hectares, manejados no sistema de AP, observa-se que os equipamentos se pagaram, pela diferença na margem líquida em apenas 2,9 safras, o que viabiliza a aquisição dos equipamentos nessa condição. Se a área fosse de apenas 150 ha, o retorno do investimento na tecnologia se daria ainda em menos 5 safras desde que, a propriedade já dispusesse do maquinário necessário. Por outro lado, caso a área manejada em AP fosse de 750 hectares, por exemplo, e permanecendo essa mesma condição da fazenda, a recuperação do investimento se

daria em apenas 1 safra de soja. É importante destacar que os resultados obtidos nesse trabalho referem-se a uma situação local. Para Lowenberg-DeBoer (2000), os benefícios econômicos da AP são localizados, sendo provável que a rentabilidade varie de fazenda para fazenda, devido aos diferentes solos, aos históricos de manejo, aos micro climas, além de outros fatores.

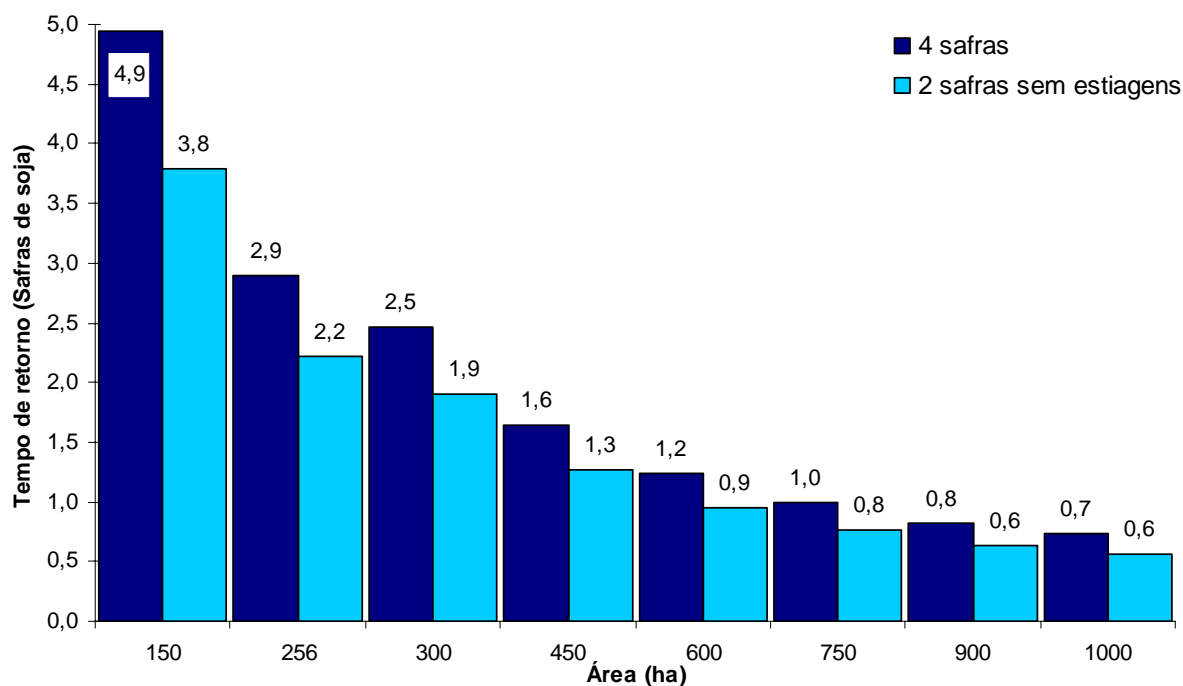


FIGURA 17 – Tempo de retorno do investimento, com base na margem líquida, em agricultura de precisão

Ainda na Figura 17, na condição de duas safras normais ou sem estiagens, a AP pagaria os equipamentos nos 256 ha em apenas 2,2 safras. Verifica-se que, nessa situação, a AP já poderia ser viável economicamente em uma área de 150 hectares, pagando o investimento em 3,8 safras. Além disso, caso fosse manejada uma área de 750 ha, o sistema se pagaria em 0,8 safras, mostrando a viabilidade do sistema no manejo da fazenda.

É muito importante observar que o investimento, tomado como necessário para manejar as áreas em agricultura de precisão, refere-se apenas aos acessórios da colhedora, ao kit de escritório, à barra de luzes e ao variador do equipamento distribuidor de fertilizantes para as aplicações dos insumos em taxas variáveis.

#### 4.7 Mapas de produtividade da soja nas safras 2002/03 a 2005/06

Nas áreas trabalhadas com AP na fazenda, foram obtidas produtividades bem superiores às médias do município ficando em  $3.301,8 \text{ kg ha}^{-1}$  ou 55,03 sacas por hectare. A média da produtividade da soja nos demais 374 hectares, cultivados nesta mesma safra, foi de  $3.240 \text{ kg ha}^{-1}$  ou 54 sc  $\text{ha}^{-1}$ . Isso mostra que, nas duas áreas conduzidas, utilizando os princípios da Agricultura de Precisão, nesta safra, houve um incremento na produtividade em uma saca por hectare, totalizando, portanto, um incremento de 256 sacas de soja nos dois talhões.

Na Figura 18, apresenta-se o mapa de produtividade de soja na área Schmitt. Observa-se que, na região central e alguns pontos ao Sul do mapa, encontram-se as áreas com produtividades acima de  $3.500 \text{ kg ha}^{-1}$ . Já ao Norte do mapa, e em alguns pontos das bordaduras, observa-se produtividade inferior a  $2.500 \text{ kg ha}^{-1}$ .

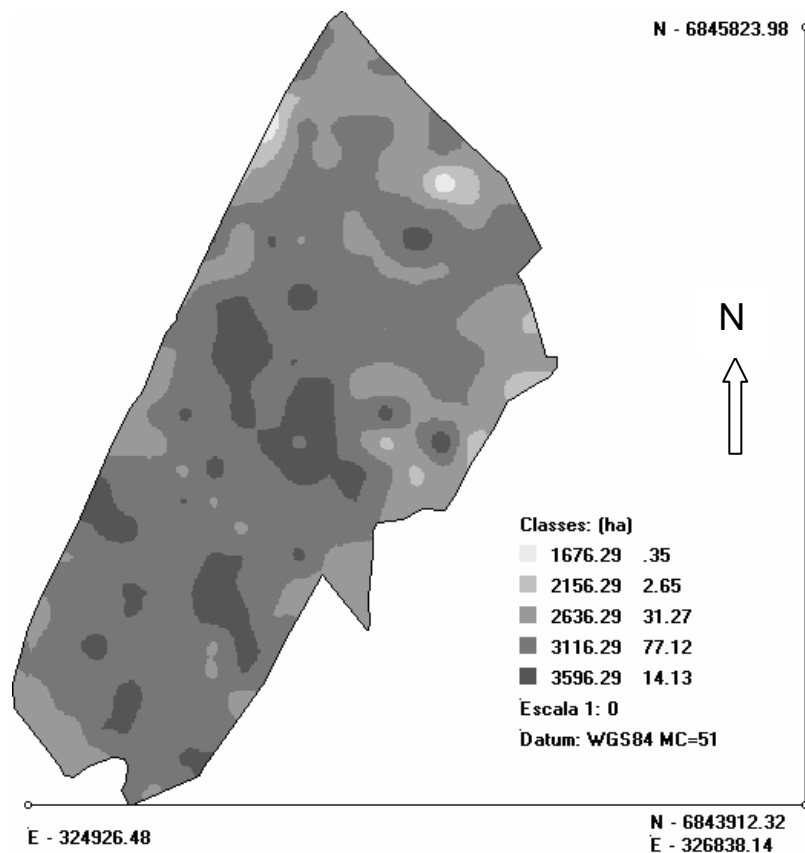


FIGURA 18 - Mapa de produtividade da soja do talhão Schmitt safra 2002/03

A área mais clara no mapa é o início de um pequeno córrego. Devido às taxas de precipitações acima da média normal de outubro a fevereiro (Figura 13), observou-se que o excesso de umidade deve ter influenciado negativamente na produtividade deste local.

Tomando como base os resultados apresentados no Quadro 9, com relação ao ponto de equilíbrio sobre o custo de produção total, observa-se que 27,6 sc ha<sup>-1</sup> ou 1.656 kg ha<sup>-1</sup> pagou os custos totais. Assim, analisando o mapa da Figura 18, observa-se que, nessa safra, apenas a primeira classe, de 0,35 ha da lavoura, ou seja, a área excessivamente úmida nessa safra e uma pequena parte de bordadura tiveram dificuldade em cobrir os custos de produção. Já os pontos de máxima produtividade, relacionados às áreas mais escuras do mapa, obtiveram lucros de até 36 sc ha<sup>-1</sup>.

Já, no mapa de soja do talhão da Lagoa (Figura 19), nessa mesma safra, verifica-se que a área cobriu os custos de produção em toda a sua extensão. Uma parte dessa lavoura, ou seja, 7,96 há, obteve uma renda líquida de até 33,7 sc ha<sup>-1</sup> com base nos custos médios e no preço de R\$ 33,00 por saca de 60 kg.

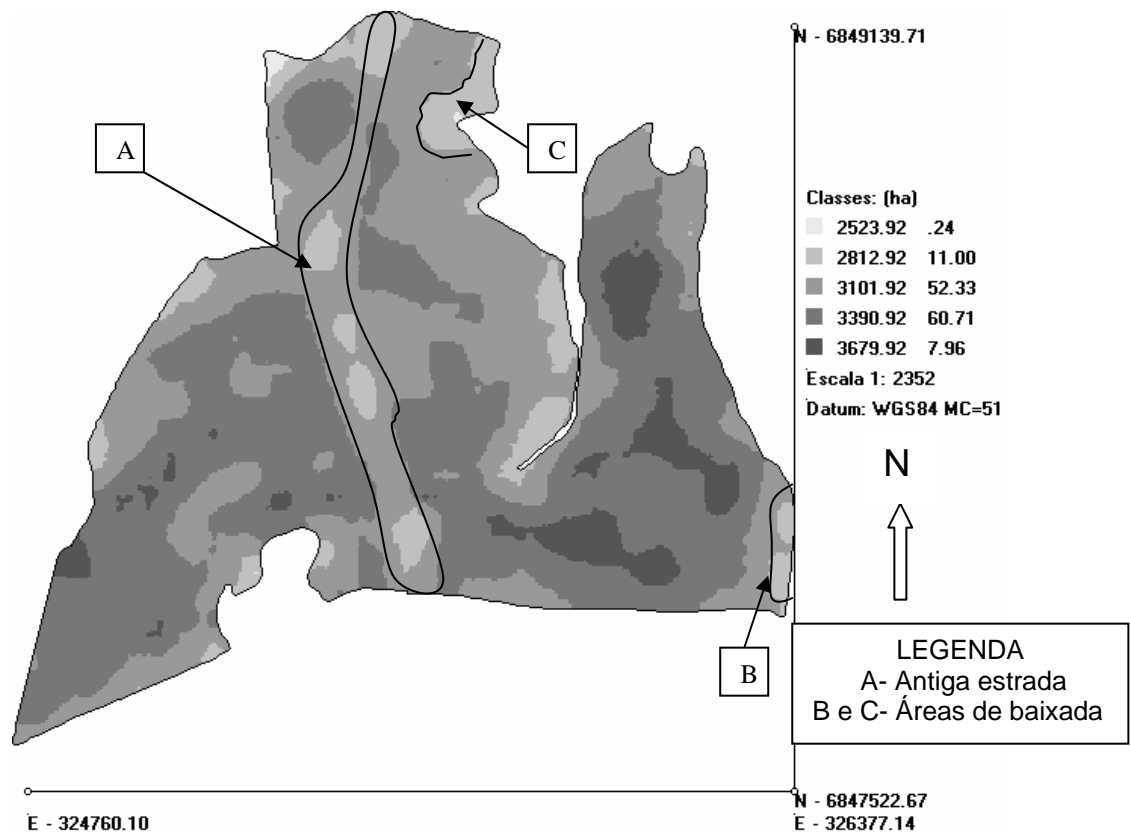


FIGURA 19- Mapa de produtividade da soja do talhão Lagoa safra 2002/03

Ainda na Figura 19, analisando a distribuição espacial da produtividade estão destacados no mapa três pequenas áreas. A primeira área (A) apresenta uma faixa onde a produtividade foi um pouco inferior devido ao efeito de uma antiga estrada que cortava a lavoura. Observa-se que, mesmo após ter sido fechada há alguns anos, ainda permanecem sinais da erosão durante tal utilização na produtividade desta safra. As áreas (B e C) apresentam locais de baixada dentro do talhão. Nota-se que nessa safra, com abundância de chuvas, estes pontos têm sua produtividade diminuída devido a possíveis problemas de falta de aeração do solo. Isto confere com as informações de Farias et al. (2001), que citam o excesso de chuva como o segundo evento mais importante na limitação da produtividade da soja com 22% dos casos.

É importante destacar que, se os dois talhões fossem manejados no sistema tradicional, sem mapeamento da produtividade, a única informação disponível quanto à produtividade seria a média produzida em cada cultura nessa safra. Como pode ser visto nas Figuras 18 e 19, a variabilidade existente dentro de cada talhão é bastante grande, resultado de vários fatores como tipo de cultura, condição climática, condição química, física e biológica do solo, entre outros.

Na safra 2003/04, foi implantada a cultura da soja na área da Lagoa. Devido a problemas técnicos perderam-se os dados referentes ao mapa de produtividade.

Analisando o mapa de produtividade de soja da Figura 20, se visualiza que esta variou, nas safras de 2004/05, numa amplitude de 721 kg ha<sup>-1</sup> a 2.256 kg ha<sup>-1</sup>, fechando com uma média de 26,1 sacas ou 1.566 kg ha<sup>-1</sup>, aproximadamente. Com relação ao ponto de equilíbrio sobre os custos totais da fazenda, no sistema de AP, verifica-se que 31,4 sc ha<sup>-1</sup> de soja, ou 1.884 kg ha<sup>-1</sup> pagam estes custos. Olhando o mapa, nota-se que a maior parte da área, ou seja, as quatro classes, com produtividades menores (125,0 ha) não cobriram os custos totais, apresentando, portanto, prejuízos ao produtor. Na classe com maior produtividade, houve uma sobra de apenas 9,0 sc ha<sup>-1</sup>, insuficiente para cobrir o prejuízo.

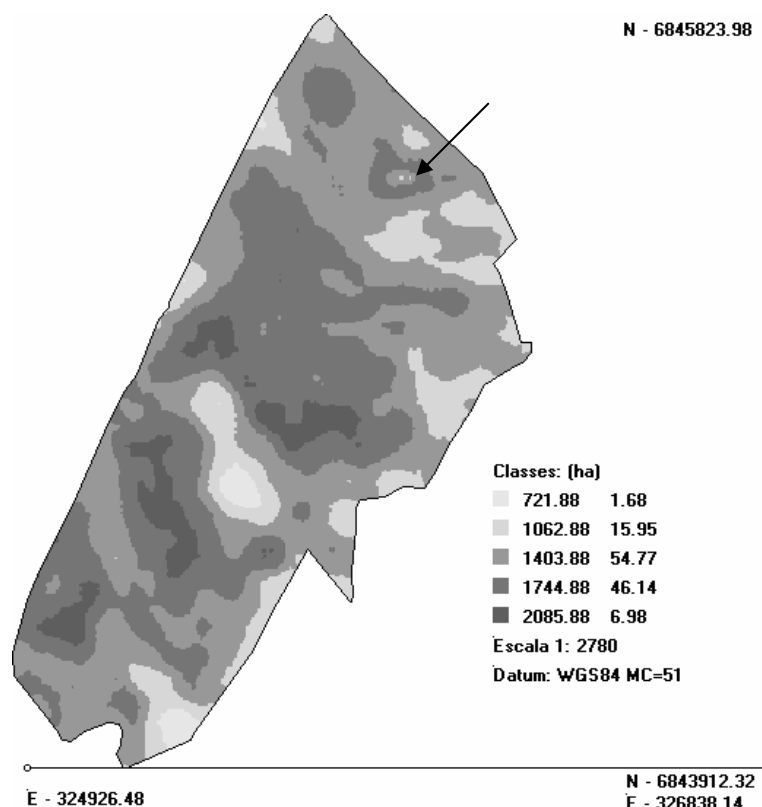


FIGURA 20 - Mapa de produtividade de soja do talhão Schmitt - safra 2004/05

Ainda na Figura 20, indica-se novamente a área onde tem início o pequeno córrego. Ao contrário do ocorrido nas safras com precipitações normais, nesta, a área em destaque apresentou produtividade local acima da média do talhão devido, principalmente, à maior umidade disponível no local durante o período de estiagem. Esse fato comprova que, nessa safra, um dos principais fatores limitantes à produtividade foi a umidade do solo, característica do ano com deficiência de precipitação.

No mapa da Figura 21, representa-se a distribuição da produtividade de soja do talhão Schmitt. A média foi de 58,6 sc ha<sup>-1</sup> ou 3.516 kg ha<sup>-1</sup>. Novamente destaca-se que a amplitude da produção variou de 2.844 kg ha<sup>-1</sup> a 4.554 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, aproximadamente 1.710 kg ou 28,5 sc ha<sup>-1</sup>. No mapa, verifica-se que as áreas de maior produtividade concentram-se no centro do talhão e em uma pequena área mais a Nordeste. Observa-se que, na bordadura da parte Sul, a produtividade foi menor, bem como, na área próxima ao início do córrego, marcado com uma seta. Se for comparado o resultado no local em destaque com a safra anterior, apresentado na Figura 20, nota-se que, outrora, esta pequena área apresentou produtividade acima da média do talhão, enquanto que, nesta safra, a situação se inverteu. Isso



evidencia o efeito da falta ou excesso de umidade no solo, na produtividade de um mesmo local.

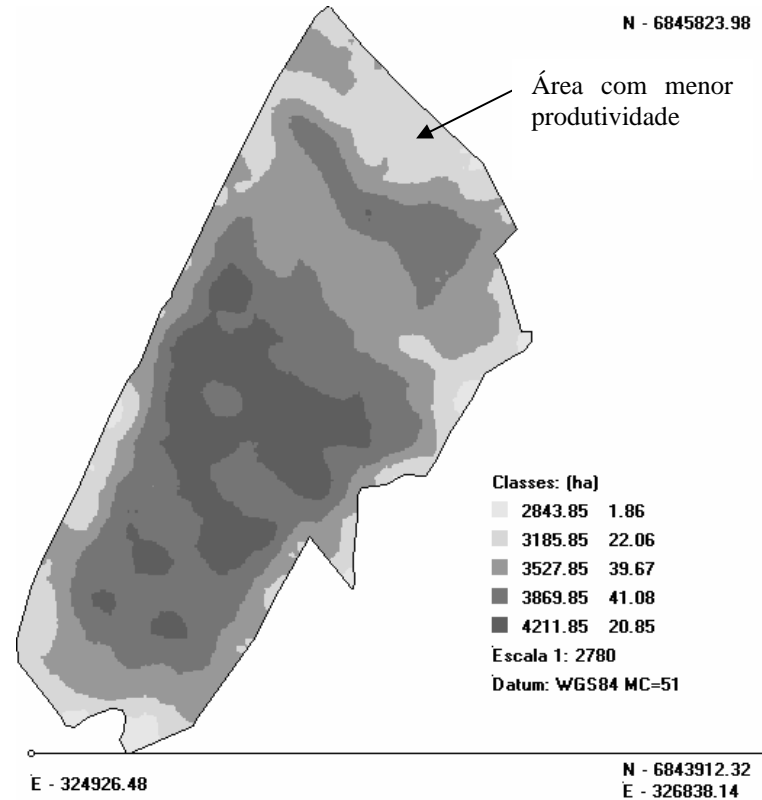


FIGURA 21 - Mapa de produtividade de soja do talhão Schmitt safra 2005/06

No mapa da Figura 22, apresenta-se a variabilidade da produtividade no talhão da Lagoa. Nesta safra, a média foi de 56,6 sc ha<sup>-1</sup> (3.396 kg ha<sup>-1</sup>), variando de 2.603 kg ha<sup>-1</sup> a 4.078 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, 1.475 kg ha<sup>-1</sup> ou 24,6 sc ha<sup>-1</sup>.

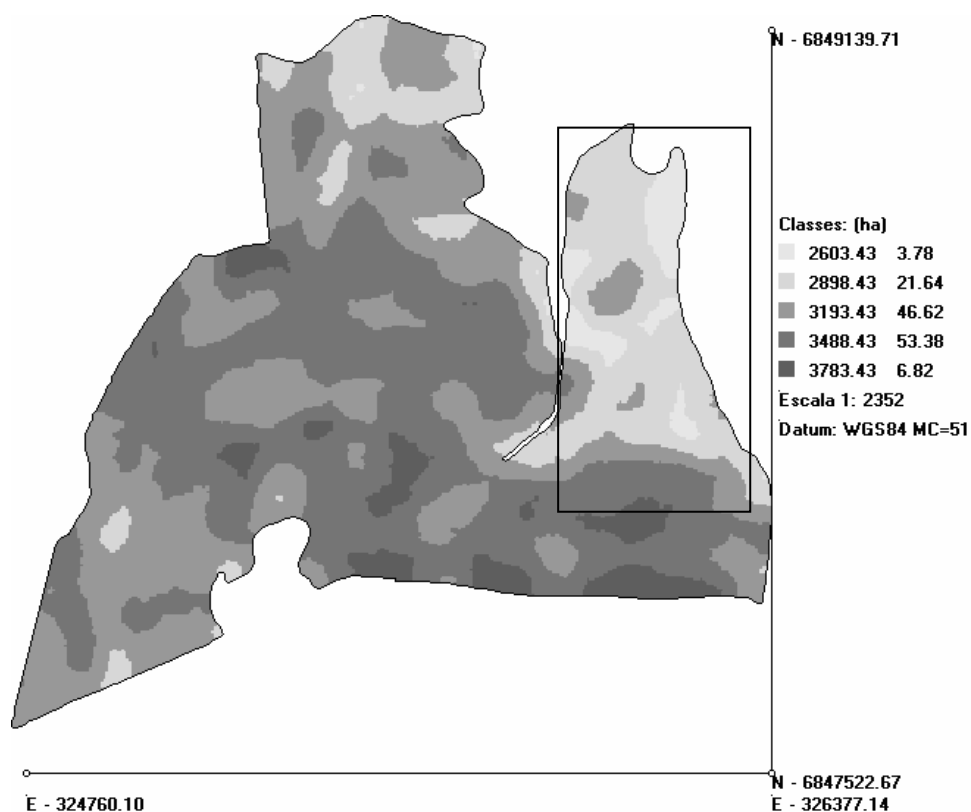


FIGURA 22 - Mapa de produtividade de soja do talhão Lagoa safra 2005/06

É importante que se destaque a área de aproximadamente 28 ha, na parte Leste da lavoura. Nesta é possível notar claramente o efeito da semeadura de duas diferentes cultivares nesta safra. No retângulo em destaque, semeou-se a cultivar Embrapa 244, que, nesta safra, foi menos produtiva que as cultivares RR 7.200 e RR 8.300, utilizados no restante da área. Novamente se comprova a importância do mapeamento da produtividade visto que, na expressão dos resultados pela média esse fato seria muito difícil de ser observado ou simplesmente ignorado.

#### 4.8 Análise de sensibilidade da margem operacional nas safras 2002/03 a 2005/06

No Quadro 10, estão disponibilizados os resultados da análise de sensibilidade para as safras estudadas. Destacam-se três situações distintas que são: um cenário muito ruim, médio e um cenário muito bom, com probabilidades de ocorrência normal, conforme descritos por Dossa et al. (2000), para uma região do

Paraná. A margem operacional total, ou seja, o quanto sobra ao produtor para remunerar o capital e gerar lucros na safra 2002/03, seria de R\$ 413,30 ha<sup>-1</sup> no manejo em AP e de R\$ 392,60 ha<sup>-1</sup> no tradicional, sendo, portanto, positivo ao primeiro em R\$ 20,70 ha<sup>-1</sup>. Esta seria a situação no cenário muito ruim, de preço 20% inferior ao preço recebido pelo produtor e, rendimento 20% inferior à média colhida. Na simulação da situação média a margem operacional total da soja foi de R\$ 1.066,70 ha<sup>-1</sup> em AP e de R\$ 1.034,12 ha<sup>-1</sup> no sistema comparado, que confirma uma diferença favorável ao primeiro de R\$ 32,58 ha<sup>-1</sup>. Na situação excelente, de preço e rendimento 20% superior à média, a margem operacional total em AP seria de R\$ 1.865,30 ha<sup>-1</sup> e no sistema comparado de R\$ 1.818,20 ha<sup>-1</sup>, que representaria uma diferença positiva à AP de R\$ 47,10 ha<sup>-1</sup>.

Nível		Prob. (%)	SAFRA 2002/03		SAFRA 2003/04		SAFRA 2004/05		SAFRA 2005/06	
Preço	Rendimento		AP	AT	AP	AT	AP	AT	AP	AT
(R\$ ha <sup>-1</sup> )										
Baixo	Baixo	5	413,30	392,60	360,43	432,47	-291,57	-255,59	10,87	4,77
Médio	Baixo	8	703,70	677,72	619,53	723,79	-163,99	-124,60	219,33	209,54
Alto	Baixo	11	994,10	962,84	878,63	1.015,10	-36,42	6,40	427,80	414,32
Baixo	Médio	16	703,70	677,72	619,53	723,79	-163,99	-124,60	218,77	209,54
<b>Médio</b>	<b>Médio</b>	<b>20</b>	<b>1.066,70</b>	<b>1.034,12</b>	<b>943,40</b>	<b>1.087,93</b>	<b>-4,52</b>	<b>39,15</b>	<b>479,21</b>	<b>465,51</b>
Alto	Médio	16	1.429,70	1.390,52	1.267,27	1.452,07	154,95	202,90	739,65	721,49
Baixo	Alto	11	994,10	962,84	878,63	1.015,10	-36,42	6,40	427,12	414,32
Médio	Alto	8	1.263,28	1.390,52	1.267,27	1.452,07	154,95	202,90	739,65	721,49
<b>Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>5</b>	<b>1.865,30</b>	<b>1.818,20</b>	<b>1.655,91</b>	<b>1.889,03</b>	<b>346,31</b>	<b>399,40</b>	<b>1.052,18</b>	<b>1.028,65</b>
<b>Lucro médio</b>			1.044,67	1.025,56	935,63	1.079,19	-8,35	35,22	473,10	459,37

QUADRO 10 - Análise de sensibilidade da margem operacional total por hectare nas quatro safras

A análise de sensibilidade da safra 2003/04, também apresentada no Quadro 10, é possível identificar que, na situação muito ruim, a margem operacional da cultura da soja seria de R\$ 360,43 ha<sup>-1</sup> na AP e de R\$ 432,47 ha<sup>-1</sup> no manejo tradicional. Na situação média, esta margem foi de R\$ 943,62 ha<sup>-1</sup> no primeiro e de R\$ 1.087,93 ha<sup>-1</sup> no segundo sistema. Já, na situação excelente de preços e produtividade 20% superiores ao real, a margem operacional seria de R\$ 1.655,91 ha<sup>-1</sup> para a AP e de R\$ 1.889,03 ha<sup>-1</sup> no manejo tradicional. Este resultado, negativo para a AP atribui-se, como mencionado anteriormente, ao prejuízo havido na produtividade devido ao desenvolvimento da cultura no período mais crítico da estiagem.

Na análise do efeito de preço e produtividade na safra 2004/05, mostra-se novamente uma situação complicada para ao produtor rural. Na condição extremamente ruim os prejuízos sobre a margem operacional total seriam de R\$ -

291,57 ha<sup>-1</sup> manejando em AP e de R\$ -255,59 ha<sup>-1</sup> no sistema comparado. Nessa condição o produtor não teria capacidade de cobrir integralmente os custos variáveis e de depreciação das máquinas e benfeitorias. Na condição de preços médios houve um prejuízo na margem operacional total de R\$ -4,52 ha<sup>-1</sup> no manejo em AP e uma margem positiva de R\$ 39,15 ha<sup>-1</sup> no segundo sistema. Destaca-se que os resultados obtidos pelo produtor, nessa safra, geram uma descapitalização do produtor, muitas vezes não notada pelos mesmos. Além disso, nessa safra o capital investido no negócio não foi remunerado como seria se o mesmo estivesse aplicado condições alternativas como a poupança. No cenário excelente de rendimentos e preços, os recursos disponíveis para gerar lucros e cobrir os custos de oportunidade do capital seriam de apenas R\$ 346,31 ha<sup>-1</sup> e R\$ 399,40 ha<sup>-1</sup> nos dois sistemas, respectivamente.

Na análise de sensibilidade da safra 2005/06, mostra-se que, nos três cenários, novamente, a margem operacional total seria positiva. Contudo, bem inferior que nas duas safras iniciais. Destaca-se que, mesmo obtendo-se uma boa colheita nos dois sistemas, a condição de preço foi determinante na renda do produtor, pois os custos de produção foram elevados e os preços pagos ao produtor foram baixos.

Ainda nesta safra, os resultados foram favoráveis ao manejo utilizando a AP. Neste, a margem operacional total seria de apenas R\$ 10,87 ha<sup>-1</sup> contra R\$ 4,77 ha<sup>-1</sup> no sistema tradicional para o cenário pessimista. O resultado real foi de R\$ 479,21 ha<sup>-1</sup> e R\$ 465,91 ha<sup>-1</sup> nos dois respectivos sistemas. Por outro lado, no cenário de preços e produtividades 20% superiores ao real, a margem operacional efetiva seria de R\$ 1.052,18 ha<sup>-1</sup> e de R\$ 1.028,65 ha<sup>-1</sup> na AP e agricultura tradicional, respectivamente.

A representação dos resultados da análise de sensibilidade conjunta para as quatro safras encontra-se no Quadro 11. Estes resultados foram obtidos através da média ponderada da área efetivamente cultivada com soja, na propriedade, e nos dois sistemas de manejo.

No cenário ruim, a margem operacional, no manejo em AP, foi de R\$ 156,26 ha<sup>-1</sup> e no tradicional de R\$ 99,56 ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, os resultados médios do período foram de R\$ 676,72 ha<sup>-1</sup> e de R\$ 591,82 ha<sup>-1</sup>, respectivamente, favorável ao manejo utilizando a tecnologia em R\$ 84,90 ha<sup>-1</sup>.

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (4 safras)				
Nível		Probabilidade (%)	AP	AT
Preço	Rendimento		(R\$ ha <sup>-1</sup> )	
<b>Baixo</b>	<b>Baixo</b>	<b>5</b>	<b>156,26</b>	<b>99,56</b>
Médio	Baixo	8	387,68	318,34
Alto	Baixo	11	619,10	537,12
Baixo	Médio	16	387,49	318,34
<b>Médio</b>	<b>Médio</b>	<b>20</b>	<b>676,72</b>	<b>591,82</b>
Alto	Médio	16	965,95	865,29
Baixo	Alto	11	618,87	537,12
Médio	Alto	8	910,47	865,29
<b>Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>5</b>	<b>1.313,02</b>	<b>1193,47</b>
Lucro Médio			665,39	585,25
Desvio Padrão			351,98	337,17

QUADRO 11 – Análise de sensibilidade da margem líquida nos dois sistemas de produção

No cenário otimista, com preços e rendimentos 20% acima do normal, a AP apresentaria margem operacional total de R\$ 1.313,02 ha<sup>-1</sup> e o manejo na AT de R\$ 1.193,47 ha<sup>-1</sup>. A margem operacional média nos cenários calculados seria de R\$ 665,39 ha<sup>-1</sup> no sistema de AP e R\$ 585,25 ha<sup>-1</sup> no sistema de manejo tradicional.

#### 4.9 Efeito da depreciação no custo de produção e margem líquida nas 4 safras de soja

Com o objetivo de verificar o efeito do tempo de depreciação considerado, para os equipamentos eletrônicos do sistema de AP, sobre o custo de produção da propriedade e a margem líquida, realizou-se o cálculo, utilizando três períodos distintos. Além do período de cinco anos, tomado neste trabalho, realizou-se o cálculo utilizando o período de três e dez anos. O período de três anos foi escolhido, seguindo as sugestões de Lowenberg DeBoer (2000), que informa ser este tempo normalmente considerado para depreciar equipamentos eletrônicos, devido à sua rápida obsolescência tecnológica. O período de cinco anos foi tomado, neste trabalho, pelo fato de a propriedade já usar os equipamentos de AP por este período, e 10 anos é o período normalmente usado para depreciar máquinas agrícolas. Na Figura 23, visualiza-se este efeito sobre os custos totais da cultura da soja bem como, sobre a margem líquida da propriedade.

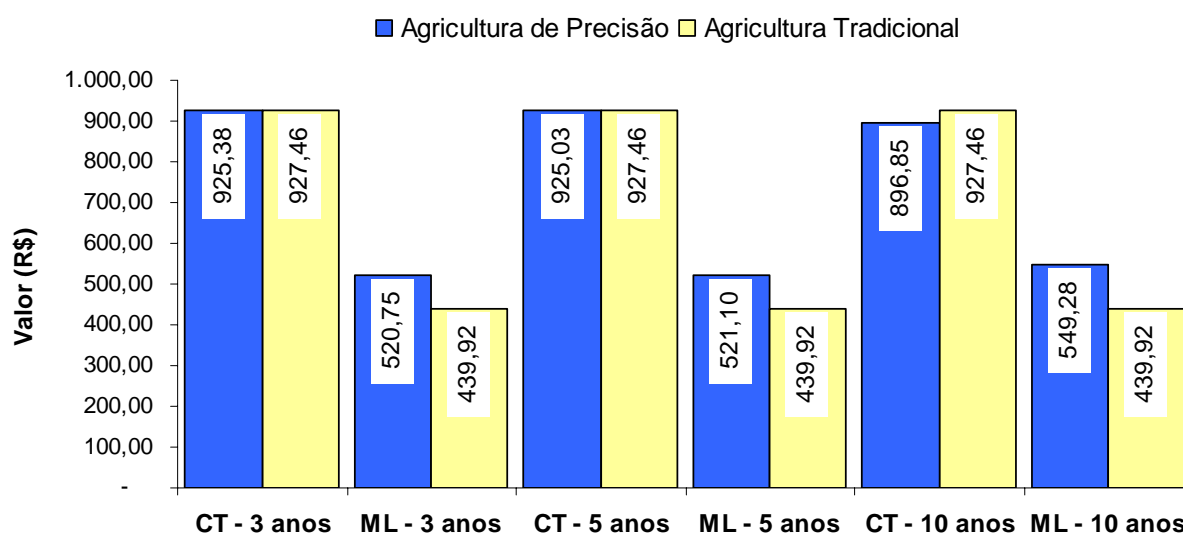


FIGURA 23 – Efeito da depreciação de 3, 5 e 10 anos sobre os custos totais e sobre a margem líquida na cultura da soja nas 4 safras avaliadas

Analisando a Figura 23, com relação aos custos totais, visualiza-se que, no período das 4 safras analisadas, depreciando-se os equipamentos em 3, 5 e 10 anos, o custo total do sistema de AP foi de R\$ 925,38 ha<sup>-1</sup>, R\$ 925,03 ha<sup>-1</sup> e R\$ 896,85, respectivamente. Por outro lado, os custos totais no outro sistema foram de R\$ 927,46 ha<sup>-1</sup>, portanto inferiores na AP em, aproximadamente, R\$ 2,08 nos menores tempos de depreciação, e de R\$ 30,61 no tempo maior.

Com relação ao efeito da depreciação na margem líquida das 4 safras, observou-se que ao depreciar em 3, 5 ou 10 anos, a margem líquida foi de R\$ 520,75 ha<sup>-1</sup> e R\$ 521,10 ha<sup>-1</sup> e R\$ 549,28 ha<sup>-1</sup> em AP, respectivamente. No manejo tradicional, o lucro médio foi de R\$ 439,92 ha<sup>-1</sup>. A diferença foi de R\$ 80,83 ha<sup>-1</sup>, R\$ 81,18 ha<sup>-1</sup> e de R\$ 109,36 ha<sup>-1</sup>, respectivamente ao depreciar em 3, 5 ou 10 anos. Observa-se que, ao depreciar em 3 anos a diferença seria de 18,4%, em 5 anos foi de 18,5% e, de 24,8%, depreciando o equipamento em 10 anos. Nota-se, portanto, que o período de depreciação considerado pode ter um grande efeito sobre o lucro da propriedade. Segundo Lowenberg-DeBoer (2000), tecnologia da AP pode ser analisada como outra nova tecnologia qualquer. Caso seja utilizada por múltiplos anos, deve ser tratado como insumo durável.

#### 4.10 Análise financeira comparativa da AP e AT nas 4 safras de soja

A utilização de ferramentas matemáticas na análise de investimentos é de grande importância na avaliação do negócio de uma empresa. Neste trabalho apresenta-se os resultados obtidos, através da aplicação destas, como descrito por Dossa (1998). No Quadro 12, são apresentados os resultados obtidos, considerando os seguintes indicadores: VPL (valor presente líquido), IBC ou (Índice de relação benefício-custo), TIR (taxa interna de retorno) e Pay back (prazo de retorno).

Os valores utilizados na simulação são os valores médios calculados da receita bruta total e dos custos totais, por hectare, nos dois sistemas de produção, das safras 2002/03 a 2005/06. Considerou-se o prazo de 10 anos para o retorno dos investimentos nos dois sistemas. No cálculo do VPL, utilizou-se uma taxa de remuneração para o capital investido de 8,75% ao ano, superior à taxa paga pelas aplicações na poupança do período. Esta taxa foi escolhida em função de ser a utilizada pelos bancos nos financiamentos agropecuários. Normalmente, empresários de tal porte têm possibilidade de auferir ganhos superiores às remunerações pagas pela poupança.

AGRICULTURA DE PRECISÃO				AGRICULTURA TRADICIONAL					
Valores por hectare (R\$)				Valores por hectare (R\$)					
N	RB	CT	FLC	N	RB	CT	FLC		
0	-	1.641,20	-1641,20	0	-	1.406,24	-1406,24		
1	1.446,14	925,03	521,10	1	1.367,39	927,46	439,92		
2	1.446,14	925,03	521,10	2	1.367,39	927,46	439,92		
3	1.446,14	925,03	521,10	3	1.367,39	927,46	439,92		
4	1.446,14	925,03	521,10	4	1.367,39	927,46	439,92		
5	1.446,14	925,03	521,10	5	1.367,39	927,46	439,92		
6	1.446,14	925,03	521,10	6	1.367,39	927,46	439,92		
7	1.446,14	925,03	521,10	7	1.367,39	927,46	439,92		
8	1.446,14	925,03	521,10	8	1.367,39	927,46	439,92		
9	1.446,14	925,03	521,10	9	1.367,39	927,46	439,92		
10	1.446,14	925,03	521,10	10	1.367,39	927,46	439,92		
	9.383,81	7.643,65	5.022,57		8.872,81	7.424,44	4.260,85		
			VPL (R\$)	5.022,57				VPL (R\$)	4.260,85
			IBC (R\$)	1,23				IBC (R\$)	1,20
			TIR	29,3%				TIR	28,8%
			Pay Back	3,1 anos				Pay Back	3,2 anos

QUADRO 12 - Resultados dos modelos matemáticos utilizando o fluxo caixa médio das safras de 2002/03 a 2005/06

No Quadro 12, momento 0, (N=0), pode ser observado que o custo total por hectare ou o investimento inicial que o produtor desembolsou para a implantação do sistema de AP, que foi de R\$ 1.641,20 ha<sup>-1</sup>, sendo que, no sistema de agricultura tradicional, foi de R\$ 1.406,24 ha<sup>-1</sup>. Esta diferença de R\$ 234,96 ha<sup>-1</sup> foi o custo, por hectare, da aquisição do kit de acessórios, que equipa a colhedora para coleta de dados de produtividade; do kit variador que equipa o distribuidor de fertilizantes para aplicação de fertilizantes em taxas variáveis, bem como da barra de luzes com DGPS, adaptada ao trator. É importante destacar que, nesses cálculos, tomou-se a área da propriedade onde, efetivamente, foi utilizado o sistema de AP, ou seja, 256 hectares compostos pelos talhões Schmitt e Lagoa. O restante da área, 742 ha, foi cultivado com a tecnologia do sistema tradicional.

Neste mesmo quadro, se observa que a receita bruta média das quatro safras de soja, no sistema de AP, foi de R\$ 1.446,14 ha<sup>-1</sup>, e no sistema de AT foi de R\$ 1.367,39 ha<sup>-1</sup>, demonstrando que houve um incremento médio na receita bruta de R\$ 78,75 ha<sup>-1</sup> naquele sistema. Além disso, na agricultura testada, reduziu-se o custo total médio em R\$ 2,43 ha<sup>-1</sup>, comparada ao sistema tradicional, resultando numa diferença média favorável ao sistema de AP de R\$ 81,18 ha<sup>-1</sup> em cada safra.

Ao se observar o VPL, obtido nos dois sistemas, e, ao considerar-se que esta ferramenta de análise de projeto, segundo Dossa (1998), é a mais robusta, verifica-se que o manejo em AP apresentou um valor de R\$ 5.022,57 ha<sup>-1</sup>, para um período de retorno de 10 anos, e de R\$ 4.260,85 ha<sup>-1</sup> no manejo em AT. Logo, nota-se que, na AP, a diferença foi positiva em R\$ 761,72 ha<sup>-1</sup>, favorável à adoção dessa tecnologia de gerenciamento. Se este valor for multiplicado pela área de 256 ha, R\$ 194.999,88 no período de 10 anos, comprovando a maior rentabilidade do investimento. Ao multiplicar o resultado para toda a área da propriedade, seria possível obter um retorno de R\$ 752.577,65, superior ao sistema tradicional.

O IBC pode ser utilizado como um indicador de eficiência econômico-financeira por sugerir o retorno dos investimentos a partir da relação entre a receita total e os custos totais efetuados para viabilizá-la. O IBC indica quantas unidades de capital recebe-se como benefício, para cada unidade de capital investido. Assim, no Quadro 12 visualiza-se que o IBC, no sistema de AP, é de R\$ 1,23 para cada real investido contra R\$ 1,20 no sistema de AT. Quando o valor do IBC for maior que a unidade, indica que o investimento é viável.



O outro índice calculado é a TIR que, segundo Dossa (1998), representa a eficiência marginal do capital e corresponde, em última análise, à taxa de lucratividade esperada dos projetos de investimento. Esta taxa é considerada, há muitos anos, como o indicador fundamental para a seleção de propostas de investimento em novos projetos. Porém, o autor ressalta que ela é menos robusta que o VPL, pois, num determinado horizonte, ela pode apresentar vantagens de um projeto sobre outro e inverter essa situação num período seguinte. Ainda, no Quadro 12 é possível observar que, no sistema de AP, a TIR é de 29,3%, portanto, um pouco superior à TIR de 28,8% no sistema tradicional. Além disso, ambas as taxas são superiores a taxa de oportunidade considerada, no caso, 8,75% ao ano, mostrando a viabilidade econômica dos dois sistemas utilizados na fazenda. Estes resultados foram bem superiores à TIR média de 12%, calculada por Matsushita et al. (2008), para a cultura da soja, no município de Palmeiras – Pr. Em seu trabalho os autores utilizaram um período de retorno do investimento de 16 anos e uma taxa de 6% ao ano. Deve ser destacado que no município de Palmeiras, segundo o autor, em 88,8% das propriedades são familiares.

Por último, calculou-se também o *Pay back* nos dois sistemas. Observa-se que, no sistema de AP, o período de retorno financeiro do investimento seria de 3,1 anos, portanto, um pouco menor que o período de 3,2 anos no sistema de AT, expressando a viabilidade do primeiro.

Considerando os resultados com essas 4 ferramentas de análise de projetos, é bastante evidente a viabilidade do manejo em AP, comparado ao manejo tradicional, na fazenda em estudo. Cabe ressaltar que estes resultados foram obtidos, utilizando estratégias de adubação em taxas variáveis na AP, baseadas, na exportação de grãos da fazenda e melhor locação dos insumos na lavoura. Por outro lado, no manejo tradicional, a adubação utilizada é a que se tem como prática na propriedade, não diferindo muito das quantidades normalmente utilizadas pelos agricultores da região.

No Quadro 13, analisou-se o fluxo de caixa líquido das 4 safras, simulando o resultado da última como sendo a situação normal na cultura da soja para as 6 safras subseqüentes. Confirma-se que o VPL, no sistema de AP, seria de R\$ 4.391,03 ha<sup>-1</sup>, e, no sistema de AT, de R\$ 4.256,46 ha<sup>-1</sup>, com uma diferença entre os sistemas, portanto, de R\$ 134,57 ha<sup>-1</sup>, favorável à adoção daquele sistema.

Considerando-se este valor para os 256 ha manejados em AP e para a área total da fazenda, obter-se-ia R\$ 34.449,72 e R\$ 132,954,38, respectivamente.

AGRICULTURA DE PRECISÃO				AGRICULTURA TRADICIONAL																			
Valores por hectare (R\$)				Valores por hectare (R\$)																			
N	RB	CT	FLC	N	RB	CT	FLC																
0	-	1.641,20	-1641,20	0	-	1.406,24	-1406,24																
1	1.815,00	914,72	900,28	1	1.782,00	909,96	872,04																
2	1.619,35	881,73	737,62	2	1.820,70	934,21	886,49																
3	797,36	958,50	-161,14	3	818,74	931,86	-113,12																
4	1.302,21	941,47	360,74	4	1.279,86	928,46	351,40																
5	1.302,21	941,47	360,74	5	1.279,86	928,46	351,40																
6	1.302,21	941,47	360,74	6	1.279,86	928,46	351,40																
7	1.302,21	941,47	360,74	7	1.279,86	928,46	351,40																
8	1.302,21	941,47	360,74	8	1.279,86	928,46	351,40																
9	1.302,21	941,47	360,74	9	1.279,86	928,46	351,40																
10	1.302,21	941,47	360,74	10	1.279,86	928,46	351,40																
	8.797,05	7.688,42	4.391,03		8.865,37	7.421,39	4.256,46																
<table border="1"> <tr> <td>VPL (R\$)</td> <td>4.391,03</td> </tr> <tr> <td>IBC (R\$)</td> <td>1,14</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>26,4%</td> </tr> <tr> <td>Pay Back</td> <td>4,1 anos</td> </tr> </table>				VPL (R\$)	4.391,03	IBC (R\$)	1,14	TIR	26,4%	Pay Back	4,1 anos	<table border="1"> <tr> <td>VPL (R\$)</td> <td>4.256,46</td> </tr> <tr> <td>IBC (R\$)</td> <td>1,19</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>36,5%</td> </tr> <tr> <td>Pay Back</td> <td>3,4 anos</td> </tr> </table>				VPL (R\$)	4.256,46	IBC (R\$)	1,19	TIR	36,5%	Pay Back	3,4 anos
VPL (R\$)	4.391,03																						
IBC (R\$)	1,14																						
TIR	26,4%																						
Pay Back	4,1 anos																						
VPL (R\$)	4.256,46																						
IBC (R\$)	1,19																						
TIR	36,5%																						
Pay Back	3,4 anos																						

QUADRO 13 - Resultados dos modelos matemáticos utilizando o fluxo caixa real, no período de 2003 a 2006, simulando o último ano como cenário futuro

Na análise do fluxo de caixa líquido, obtido na safra 2005/06, como cenário normal para a cultura da soja, num período de 10 anos (Quadro 14), demonstra-se que a diferença no VPL entre os dois sistemas seria de R\$ 295,57 ha<sup>-1</sup>, favorável à adoção do sistema de AP.

AGRICULTURA DE PRECISÃO				AGRICULTURA TRADICIONAL																			
Valores por hectare (R\$)				Valores por hectare (R\$)																			
N	RB	CT	FLC	N	RB	CT	FLC																
0	-	1.641,20	-1641,20	0	-	1.406,24	-1406,24																
1	1.302,21	941,47	360,74	1	1.279,86	928,46	351,40																
2	1.302,21	941,47	360,74	2	1.279,86	928,46	351,40																
3	1.302,21	941,47	360,74	3	1.279,86	928,46	351,40																
4	1.302,21	941,47	360,74	4	1.279,86	928,46	351,40																
5	1.302,21	941,47	360,74	5	1.279,86	928,46	351,40																
6	1.302,21	941,47	360,74	6	1.279,86	928,46	351,40																
7	1.302,21	941,47	360,74	7	1.279,86	928,46	351,40																
8	1.302,21	941,47	360,74	8	1.279,86	928,46	351,40																
9	1.302,21	941,47	360,74	9	1.279,86	928,46	351,40																
10	1.302,21	941,47	360,74	10	1.279,86	928,46	351,40																
	8.449,89	7.750,29	3.982,00		8.304,85	7.430,89	3.686,43																
<table border="1"> <tr> <td>VPL (R\$)</td> <td>3.982,00</td> </tr> <tr> <td>IBC (R\$)</td> <td>1,09</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>17,7%</td> </tr> <tr> <td>Pay Back</td> <td>4,5 anos</td> </tr> </table>				VPL (R\$)	3.982,00	IBC (R\$)	1,09	TIR	17,7%	Pay Back	4,5 anos	<table border="1"> <tr> <td>VPL (R\$)</td> <td>3.686,43</td> </tr> <tr> <td>IBC (R\$)</td> <td>1,12</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>21,4%</td> </tr> <tr> <td>Pay Back</td> <td>4,0 anos</td> </tr> </table>				VPL (R\$)	3.686,43	IBC (R\$)	1,12	TIR	21,4%	Pay Back	4,0 anos
VPL (R\$)	3.982,00																						
IBC (R\$)	1,09																						
TIR	17,7%																						
Pay Back	4,5 anos																						
VPL (R\$)	3.686,43																						
IBC (R\$)	1,12																						
TIR	21,4%																						
Pay Back	4,0 anos																						

QUADRO 14 - Resultados dos modelos matemáticos utilizando o fluxo caixa da safra 2005/2006 como um cenário normal para a cultura

O VPL, no sistema de AP, seria de R\$ 3.982,00 ha<sup>-1</sup>, e, na AT, seria de R\$ 3.686,43 ha<sup>-1</sup>. Considerando-se estes valores para os 256 ha, manejados em AP, e para a área total da fazenda, seria possível obter, nessa condição, um retorno de R\$ 75.664,68 e R\$ 292.018,36, respectivamente, no período de 10 anos.

## 5 CONCLUSÕES

Da análise dos resultados obtidos no presente estudo de caso, comparando o sistema de manejo tradicionalmente utilizado na fazenda (AT) com o manejo em agricultura de precisão (AP), nas safras de soja de 2002/03 até a safra 2005/06, conclui-se que:

- O sistema de manejo em AP, na propriedade, reduziu o custo de produção médio da soja, nas 4 safras, em R\$ 2,43 ha<sup>-1</sup> ou 0,3% em relação ao manejo em AT.

- A margem líquida no manejo em AP foi superior ao manejo tradicional em R\$ 81,18 ha<sup>-1</sup>, representando uma diferença de 18,4% à adoção da tecnologia.

- A lucratividade média da cultura da soja, na propriedade, foi de 36,0% na AP e de 32,2% na AT, sendo favorável ao primeiro em 3,9%.

- A rentabilidade média da cultura da soja manejada em AP, nas 4 safras, passou de 3,3% no manejo tradicional para 3,9% ao adotar a tecnologia e o manejo da AP.

- Os resultados calculados demonstram que o tempo de retorno do investimento na tecnologia de AP, na propriedade em estudo, foi de 2,9 safras de soja, demonstrando a viabilidade do sistema.

## 6 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Realizar avaliações econômicas, utilizando áreas com manejo tradicional adjacentes às áreas manejadas no sistema em AP e de tamanhos similares, com vistas a reduzir o efeito climático sobre os resultados de produtividade no sistema tradicional.

Efetuar manejos da semeadura, preferencialmente, numa mesma época e com as mesmas cultivares das culturas.

Determinar os rendimentos operacionais efetivos do maquinário na propriedade.

Iniciar trabalhos de controle de plantas concorrentes em taxas variáveis.

Dar continuidade à análise econômica na propriedade e nas demais lavouras que atualmente compõe o projeto Aquarius.

## REFERÊNCIAS

- AGCO. **Fieldstar**<sup>®</sup>. Disponível em: <http://www.massey.com.br/portugues/default.asp>. Acesso em: Julho 2007.
- AMADO, T. J. C. et al. Projeto Aquarius-Cotrijal: pólo de agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.91, p. 39-47, Jan./fev. 2006.
- ANTUNES, L. M.; ENGEL, A. **Manual de administração rural: custos de produção**. 3. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 196 p.
- ANTUNES, L. M.; RIES, L. R.. **Gerência agropecuária: análise de resultados**. 3. ed. Guaíba: Agropecuária, 2001. 272 p.
- ARVUS Tecnologia. **Agricultura de precisão: conceitos**. Florianópolis, 2007. Disponível em: [http://www.arvus.com.br/infos\\_AP.htm](http://www.arvus.com.br/infos_AP.htm). Acesso em jul. 2007.
- ÁVILA, A. M. H. de. Et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 149-154, 1996.
- BANCO DO BRASIL – SA. **Informações pessoais**. Agência Erechim, RS, 2006.
- BISOTTO, V.; FARIAS, A. D.. Algumas considerações sobre a cultura da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 31., 2003, Porto Alegre. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina 2003/2004**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 137p.
- BONOMA, T. V. Case research in marketing: opportunities, problems, and a process. **Journal of Marketing Research**, v.22, n.2, p.199-208, Mai 1985.
- BONGAARTS, J. **Future population trends**. Bonn: IFPRI, 2001. (Sustainable food security for all by 2020)
- BRESSAN, F. O método do estudo de caso. **Administração On Line**. v.1, n. 1 18p. jan./fev./mar. 2000.
- CANZIANI, J. R. F. **Administração rural: gestão de agronegócios**. 1998. 223 f. Monografia (Especialização em Agronegócios) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus Erechim, Erechim, 1998.
- COELHO, A. M. et al. **Amostragem de solos: a base para aplicação de corretivos e fertilizantes**. 2. ed. Sete Lagoas, MG. Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

COELHO, C. N. **Os caminhos do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/agric/caminhos/index.htm>. Acesso em: abril 2007.

CONAB. **Metodologia de cálculo de custos de produção da Conab**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>. Acesso em: maio 2006.

CONTINI, E. **Dinamismo do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=22>>. Acesso em: setembro de 2007.

COSENTINO, R. M. A.. **Modelo empírico de depreciação para tratores agrícolas de rodas**. 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

CUNHA, G. R. **Informações meteorológicas de Passo Fundo, RS**. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/p\\_co.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/p_co.htm). Acesso em: março 2007.

DOSSA, D. et al. **Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000 56 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 39).

ELIAS, A. I. **Mapeamento da colheita mecanizada de grãos utilizando um sistema de posicionamento global**. Piracicaba, 1998. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Piracicaba, 1998.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EMBRAPA. **Embrapa trigo**. Passo Fundo, RS. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/p\\_co.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/publicacoes/p_co.htm). Acesso em: Jan. 2007.

FAEMG/SENAR. Federação da agricultura e pecuária do estado de Minas Gerais / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Notas jurídicas**. Minas Gerais. v. 1, n.16, 2006. Disponível em: <http://www.faemg.org.br/arquivos/Notas%20Juridicas07julho.pdf>. Acesso em: fev 2007

FARIAS, J. T. B. et al. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Passo Fundo, v. 9, n. 3,p. 415-421,2001.

FARIAS, J. R. B., NEUMAIER, N., NEPOMUCENO, A. L. Impactos da seca na produção de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 10., 1992, Chapecó. **Ata e Resumos...** Chapecó: EPAGRI, 1993. 169 p.

FEIDEN, A. **Metodologia para análise econômica em sistemas agroecológicos - 1ª aproximação**: análise de culturas individuais. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 30 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 141).

FLORES, A. W.; RIES, L. R.; ANTUNES, L. M.. **Projetos e orçamentação agropecuária**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 127 p.

FLOSS, L. G. **Conceitos básicos de administração rural**. Passo Fundo: Floss consultoria e Assessoria em Agronegócios Ltda. 2004. 74 p.

FOCHT, D.; ROLOFF, G.; SCHIEBELBEIN, L. M.. Benefícios agrônômicos, ambientais e monetários do uso da agricultura de precisão em diferentes cenários brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 8p., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2004.

FRAISSE, C., FAORO, L. Agricultura de precisão: a tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas. **Revista Fator GIS On Line**. Curitiba, v.21, nov, dez, 1997-8.

GOMILDE, R. L.; **Viabilidade econômica do uso de agricultura de precisão em plantio direto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Palestras...** Foz do Iguaçu: CONBEA, 2001.

GOODE, W. J.; HATT, P. K. - **Métodos em pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1969.

HELLE O. J., CONTA R. E. Cargill Insite: agricultura de precisão. In: **Agricultura de precisão – introducción al manejo sítio-específico**. Chillán: INIA e Cargill Chile, 1999. p.107-114.

HOFFMANN, R. et al. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1976. 323 p.

IEA. Instituto de Economia Aplicada. **Estimativa de custo de operação de máquinas e implementos agrícolas**. São Paulo, maio 2004. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/precos/cus-maq0704.php>. Acesso em novembro 2007.

IUDÍCIBUS, S. de. **Contabilidade gerencial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1980.

KILPP, A. R. Solução em agricultura de precisão. In: BALASTREIRE, L. A. **O estado da arte da agricultura de precisão no Brasil**. Piracicaba: L. A. Balastreire, 2000.

LOWENBERG-DEBOER, J..Economic analysis of precision farming. In: BORÉM, A. et al. (Org.) **Agricultura de precisão**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 467 p.

LOWENBERG-DeBOER, J.; GRIFFIN, T.W.. **Potential for precision agriculture adoption in Brazil**. Site Specific Management Center Newsletter, Purdue University, 2006.



MACHADO, A. L. T. et al. **Máquinas para preparo do solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais**. Pelotas: UFPel, 1996. 229 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro: Uma Oportunidade de Investimentos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: julho 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil: Produção de grãos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/MAPA/estatisticas/culturas/2.1.a.xls>. Acesso em: janeiro 2007.

\_\_\_\_\_. **Brasil: Área plantada de grãos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/page/MAPA/estatisticas/culturas/2.1.b.xls>. Acesso em: janeiro 2007

MARASCHIN, L.; SCARAMUZZA, J. F.; COUTO, E. G.. Estudo e aplicação de calagem e de fosfato em taxa variável em uma área da fazenda Pejuçara, Sorriso-MT. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002.

MATTOSO, M. J. Quanto custa a intervenção no sistema de produção? Canoas: **Campo Aberto**. v. 15, n. 70, p.12-13, nov/dez 2002.

MATSUSHITA, M.S.; HOEFLICH, V.A.; PARCHEN, C.A.P.. **Uso da planilha eletrônica para análise de sensibilidade das principais atividades comerciais agropecuárias e florestais no município de Palmeira-Pr**. Disponível em: [www.ocepar.ufpr.br/index.php?pagina=artigo\\_aceitos](http://www.ocepar.ufpr.br/index.php?pagina=artigo_aceitos). Acesso em: jan 2008.

MATZENAUER, R. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 105 p. (Boletim Fepagro, 10).

MATZENAUER, R. et al. Épocas de semeadura para milho e soja visando à redução de riscos por deficiência hídrica, no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 13, n. 2, p. 191-200, 2005.

MENEGATTI, L. A. A. et al. Estudo de caso sobre investimento agrícola: oportunidades com agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 1., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: CONBAP 2004. 1 CD-ROM.

MOHAMED, S. B.; EVANS, E. J.; SHIEL, R. S. **Mapping techniques and intensity of soil sampling for precision farming**. United Kingdom: Department of Agriculture & AES, University of Newcastle, 1996. 217 p.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão: o gerenciamento da variabilidade**. Piracicaba: O autor, 2001. 83 p.

MOLINA JÚNIOR, W. F.; CANALE, A. C.. Depreciação do trator agrícola no Brasil: Valor corrente de mercado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. v.18, n.1, p.59-65, set. 1998.

MORAES FILHO, J. C. de. **Prospecção para a safra 2006/07 da soja**. CONAB. Disponível em:  
[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/prospeccao\\_para\\_a\\_safr\\_a\\_2006\\_07\\_Soja.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/prospeccao_para_a_safr_a_2006_07_Soja.pdf).  
Acesso em: outubro de 2006

\_\_\_\_\_. **Prospecção para a safra 2007/08 da soja**. CONAB. Disponível em:  
[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/prospeccao\\_para\\_a\\_safr\\_a\\_2000\\_08\\_Soja.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/prospeccao_para_a_safr_a_2000_08_Soja.pdf).  
Acesso em: junho 2007

MUNDSTOCK, C. M.. **A cultura da soja como fator de transformação e viabilização das propriedades agrícolas produtoras de grãos do RS: uso de tecnologia e os efeitos na inclusão social e conservação ambiental**. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/download/jornadas/2/e13-12.pdf>. Acesso em: Agosto 2007.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1981. 274 p.

\_\_\_\_\_. **Administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

NORONHA, J. F.; MIALHE, L. G.; DUARTE, L. P. Custos dos sistemas tratorizados na agricultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 29., Campinas, 1991. **Anais...** Brasília: SOBER, 1991. p. 13-33.

OLIVEIRA, M. D. M.. **Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota**. 2000. 150 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2000.

OLIVEIRA, L. E. K. et al. **Trabalhador na operação e na manutenção de tratores agrícolas: operação de arado de discos reversíveis**. Brasília: SENAR, 2001. 76 p.

PERREIRA, L. L. **Um modelo empírico para o cálculo dos custos na produção de feno**. 2003. 88 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo Piracicaba, 2003.

ROSEGRANT, M. W. et al. **Global food projections to 2020: Emerging trends and alternative futures**. In: IFPRI. Bonn, Germany, 2001. Disponível em:  
<http://www.ifpri.org/pubs/books/globalfoodprojections2020.htm>. Acesso em: janeiro 2007.

SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 165 p.

SARAIVA, A. M.; CUGNASCA, C. E.; HIRAKAWA, A. R.. Aplicação em taxa variável de fertilizantes e sementes. In: BORÉM, A. et al. (Org.) **Agricultura de precisão**. Viçosa. UFV, 2000. pg 109-145.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.

SILVA, E. A. Et al. Perspectivas no manejo e controle localizado de doenças das culturas: Uma abordagem no manejo do nematóide de cisto da soja. In: BORÉM, A. et al. (Org.) **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000. pg 409-453.

SINDUSCON, RS. **Evolução do custo unitário básico ponderado da construção civil no RS**. Disponível em: <http://www.sinduscon-rs.com.br/cub/variaveis.php3>. Acesso em: julho 2006.

SNYDER, C. T. et al. An economic analysis of variable rate nitrogen management. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 3., 1996, Minneapolis. **Proceedings...** Minnesota: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1996.

SULZBACH, L. A. S. **Tecnologia de agricultura de precisão: estudo de caso: integração de modelos digitais de atributos químicos do solo e modelos digitais de produtividade de culturas agrícolas 2003**. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

TEIXEIRA, L. F. G. **Desenvolvimento de uma equação para estimativa de custos de reparos e manutenção para tratores agrícolas de pneus**. 1995. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1995 .

TEIXEIRA, E. C.; GOMES, S. T. **Elaboração e análise de projetos agropecuários**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 122 p

TULL, D. S.; HAWKINS, D. I. **Marketing research, meaning, measurement and method**. London: Macmillan Publishing, 1976.

UMEZU, C. K. **Sistema de controle de um equipamento de formulação, dosagem e aplicação de fertilizantes sólidos a taxas variáveis**. 2003. 171 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 2003.

USDA. **Production, supply and distribution Online**. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>. Acesso em: janeiro 2007.

VIEIRA, E. P.; BRIZOLLA, M. M. B. **A influência da mecanização da atividade agrícola na composição do custo de produção.** Disponível em: [http://www.furb.br/congressocont/\\_files/CCG%20152.pdf](http://www.furb.br/congressocont/_files/CCG%20152.pdf). Acesso em: junho 2007.

WIEBE, K. **Recursos globais e produtividade.** Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/publications/arei/eib16/Chapter3/3.5/>. Acesso em: outubro 2006.

WITNEY, B. **Choosing & using farm machinery.** Endhinburg: Landland Technology, 1988. 412 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.

## APÊNDICE

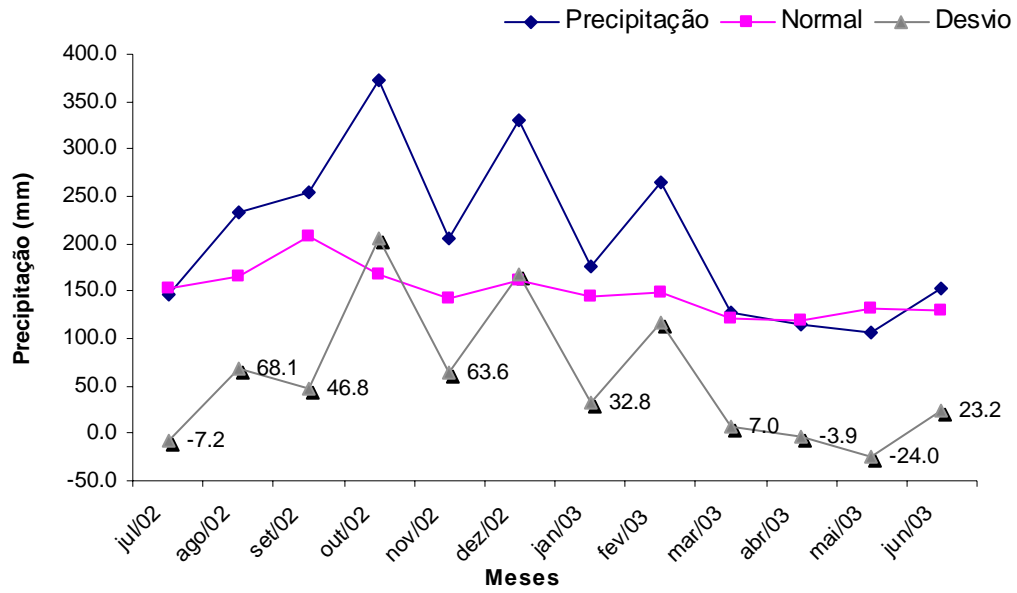


FIGURA 24 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2002 a junho de 2003.

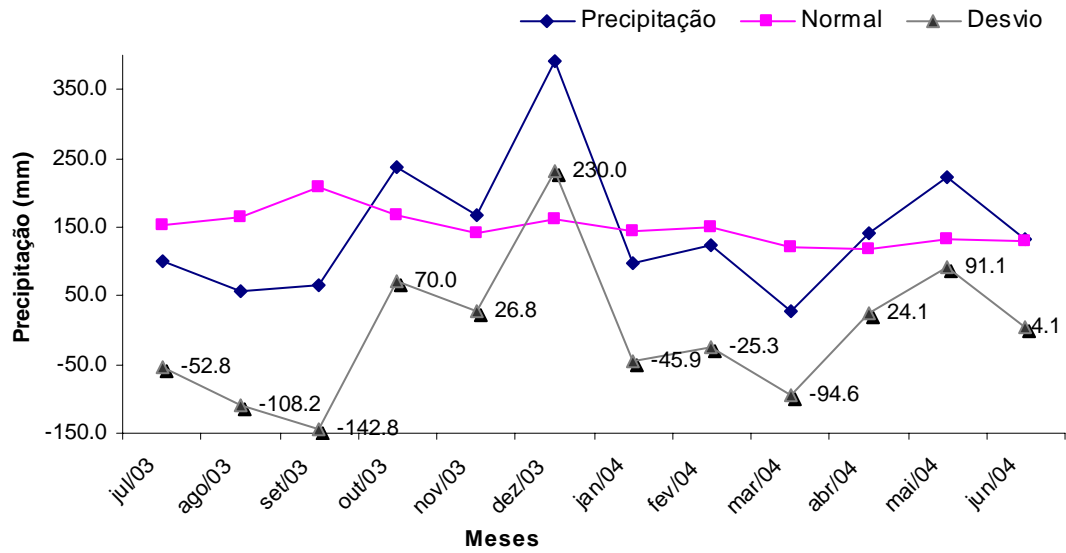


FIGURA 25 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2003 a junho de 2004.

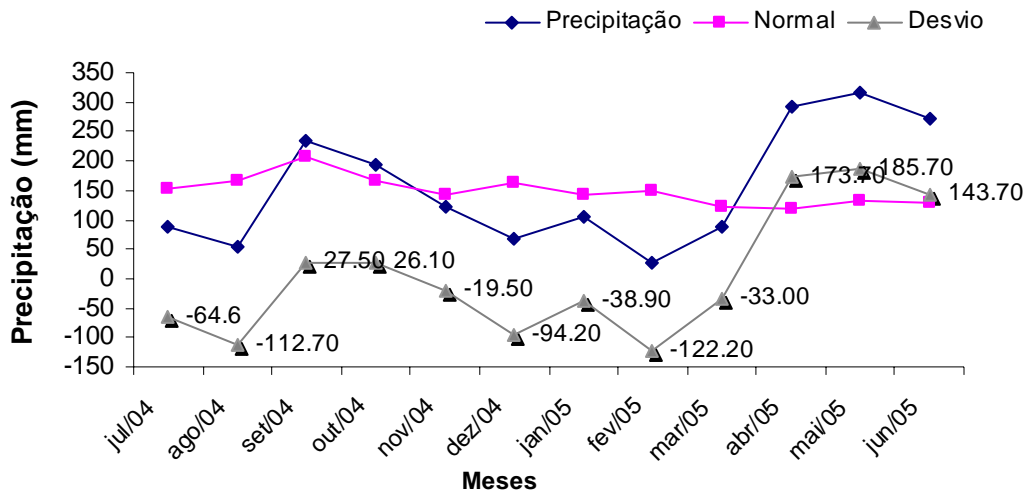


FIGURA 26 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2004 a junho de 2005.

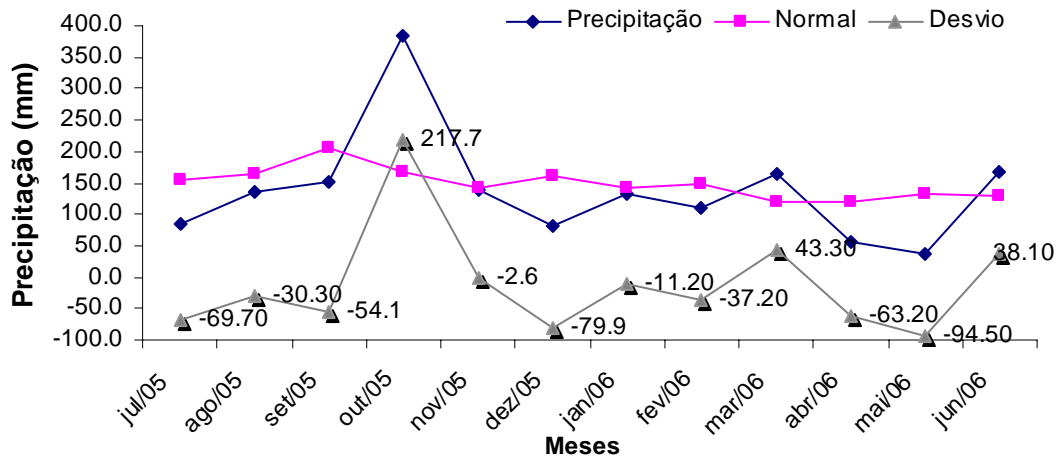


FIGURA 27 - Precipitação pluviométrica em Passo Fundo-RS, no período de julho de 2005 a junho de 2006.