

UNI-FACEF CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FRANCA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA DO PLANTIO DE SOJA
UTILIZANDO A AGRICULTURA DE PRECISÃO**

**FRANCA
2013**

IVO PIMENTA MATTAR SOARES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA DO PLANTIO DE SOJA
UTILIZANDO A AGRICULTURA DE PRECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao *Uni-FACEF Centro Universitário de
Franca* para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Elvisney Aparecido
Alves.

**FRANCA
2013**

IVO PIMENTA MATTAR SOARES

**ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA DO PLANTIO DE SOJA
UTILIZANDO A AGRICULTURA DE PRECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao *Uni-FACEF Centro Universitário de
Franca* para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Econômicas.

Franca, 07 de Novembro de 2013.

Orientador: _____
Prof. Dr. Elvisney Aparecido Alves
Uni-FACEF

Examinador: _____
Nome: Prof. Fernando José da Conceição Lourenço
Instituição: Uni-FACEF

Examinador: _____
Nome: Ms. Márcio Benevides Lessa
Instituição: Uni-FACEF

Dedico à minha família por me transmitir valores riquíssimos, formando a base e o alicerce principal da minha vida, pela confiança e por serem meus verdadeiros amigos, bem como pelo carinho que me dedicaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por iluminar meus caminhos se fazendo presente a todo instante;

aos meus pais, Danilo e Cynthia, por proporcionarem a base de tudo que me fez enfrentar os obstáculos encontrados até agora;

a todos os professores que transmitiram conhecimentos e experiências durante o curso de graduação e ao meu orientador Elvisney Aparecido Alves pelo auxílio na elaboração deste trabalho;

aos colegas de turma, pelos momentos de alegria e dificuldade;

à todos que colaboraram, direta e indiretamente desta grande conquista pessoal e profissional.

Muito obrigado!

“Acredite em si próprio e chegará um dia em que os outros não terão outra escolha senão acreditar em você”

Cynthia Kersey

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar a viabilidade ou não de se adotar a agricultura de precisão nas lavouras brasileiras de soja. Para o desenvolvimento do tema optou-se, primeiramente, pela técnica de pesquisa bibliográfica como meio de se levantar a base teórica e os pontos críticos em relação à agricultura de precisão e a produção de soja. Posteriormente, utilizou-se a pesquisa de campo, com observação direta intensiva e levantamento de resultados com base comparativa entre eles. Frente às novas necessidades do mercado e com base na concorrência, cada vez mais acirrada, nota-se que a agricultura de precisão aparece como uma opção para melhorar a produtividade e maximizar os lucros. Após levantamento dos dados e a partir de uma análise comparativa entre dois levantamentos feitos nos municípios de Carmo do Rio Claro/MG e Pratápolis/MG, foi possível observar a viabilidade econômica de implantação do sistema de agricultura de precisão.

Palavras-chave: agricultura de precisão; rentabilidade; soja; viabilidade.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the feasibility or not to adopt the precision agriculture in Brazilian soybean crops. For the development of the theme has been chosen, first, by the technique of bibliographical research as a means to raise the theoretical basis and the critical points regarding the precision agriculture and soybean production. Subsequently, we used field research, with direct observation and intensive survey of comparative results based on these results. In the face of new market needs and based on competition, increasingly fierce competition, it should be noted that the precision agriculture appears as an option to improve productivity and maximize profits. After data collection and from a comparative analysis between two surveys in the counties of Carmo do Rio Claro/MG and Pratápolis/MG, it was possible to observe the economic feasibility of implantation of precision agriculture.

Keywords: precision agriculture; profitability; soybeans; viability.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 TEORIA MICROECONÔMICA	12
1.1 FUNÇÃO PRODUÇÃO.....	12
1.2 FUNÇÃO CUSTO.....	17
2 PRODUÇÃO DE SOJA	23
2.1 PRODUÇÃO NACIONAL DE GRÃOS.....	23
2.2 CULTURA DA SOJA.....	25
2.3 A SOJA NO BRASIL.....	28
3 AGRICULTURA DE PRECISÃO	33
3.1 CONCEITO.....	34
3.2 BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA NA AGRICULTURA.....	37
3.3 COMPARATIVO: AGRICULTURA DE PRECISÃO X TRADICIONAL.....	41
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48
ANEXOS	55

INTRODUÇÃO

Mesmo com o desenvolvimento industrial brasileiro, a agricultura ainda é um setor de mercado que possui importância fundamental no desenvolvimento da economia brasileira. De acordo com Brasil (2007), o setor representava, em média, 33% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, 42% de toda a exportação nacional e 37% dos empregos no Brasil.

Segundo os estudos de Werner (2007), 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, com investimentos no que há de mais moderno em técnicas de produção e no parque de máquinas. A atual conjuntura impõe aos empresários do agronegócio 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.

Em outro enfoque, Contini (2007) observa que o agronegócio brasileiro compreende atividades econômicas ligadas, a basicamente: 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.

Assim, com base nessas premissas, o presente estudo tem como objetivo analisar os benefícios da agricultura de precisão nas lavouras brasileiras de soja e comparar os resultados de sua adoção.

Para o desenvolvimento do tema optou-se, primeiramente, pela técnica de pesquisa bibliográfica como meio de se levantar a base teórica e os pontos críticos em relação à agricultura de precisão e a produção de soja. Posteriormente, utilizou-se a pesquisa de campo, com observação direta intensiva e levantamento de resultados com base comparativa destes resultados.

Frente às novas necessidades do mercado e com base na concorrência, cada vez mais acirrada, nota-se que a agricultura de precisão aparece como uma opção para melhorar a produtividade e maximizar os lucros.

Assim posto, o trabalho apresenta como estrutura o Capítulo 1, descrevendo os conceitos da Teoria Microeconômica, a função produção e a função custo.

O Capítulo 2 apresenta definições e dados sobre a cultura e produção de soja no Brasil, coletados junto às fontes pesquisadas.

O Capítulo 3 aborda os conceitos e definições da Agricultura de Precisão, os benefícios trazidos por essa tecnologia, bem como o estudo através de uma análise comparativa entre agricultura de precisão e método tradicional, tendo como base a análise de custos e volume de produção.

Em anexo, ilustramos dez figuras que demonstram como realizar a amostragem de solo em agricultura de precisão, os mapas para correção do solo (calcário e cloreto) e aplicação dos insumos para correção do solo em taxa variável.

1 TEORIA MICROECONÔMICA

Os mercados podem ser, efetivamente, instrumentos de organização da economia. Baseando-se na teoria de Rossetti (1997) observa-se que, embora as diferentes estruturas de mercado não sejam igualmente eficientes do ponto de vista social, outros mecanismos de organização da economia não produziram resultados equivalentes aos que as modernas economias conseguiram através do mercado.

Mercados transparentes e atomizados, em que os preços são parâmetros de informações e decisões, podem gerar eficiência econômica em escala ótima e maximização do bem-estar social. E, mesmo por mercados menos perfeitos, podem transitar resultados de interesse social, como economias de escala e progresso técnico.

No aspecto agrícola, os mercados de concorrência perfeita são os que mais se enquadram neste setor da economia. O conceito de Pinho e Vasconcellos (1998) afirmam que, a estrutura de mercado caracterizada por concorrência perfeita é uma concepção ideal, porque os mercados altamente concorrenciais existentes, na realidade, são apenas aproximações desse modelo, posto que, em condições normais, sempre parece existir algum grau de imperfeição que distorce o seu funcionamento.

Assim, o setor agrícola, na atualidade, se enquadra como mercado competitivo imperfeito.

1.1 FUNÇÃO PRODUÇÃO

Segundo Aiub (2013), o conhecimento sobre o conceito de concorrência perfeita é importante não só como estrutura ideal, que é empregada em muitos estudos que procuram descrever o funcionamento econômico de uma realidade complexa, como, também, pelas inúmeras consequências derivadas de suas hipóteses que condicionam, o comportamento dos agentes econômicos em diferentes mercados.

Em suas análises, Rossetti (1997) indica que, uma estrutura de mercado para ser considerada como de concorrência perfeita precisa apresentar as seguintes características:

- Atomização: o número de agentes compradores e vendedores é de tal ordem que nenhum deles possui condições para influenciar o mercado. A expressão de cada um é insignificante. Suas decisões, quaisquer que sejam, em nada interferem no mercado. As condições de equilíbrio prevalentes não se modificam sob a ação de qualquer agente. Todos se submetem às condições estabelecidas. Nenhum tem poder de alterá-las;
- Homogeneidade: o bem o serviço, no mercado de produtos, ou o fator de produção, no mercado de fatores, é perfeitamente homogêneo. Nenhuma

- empresa pode diferenciar o produto que oferece. O produto vindo de qualquer produtor é um substituto perfeito do que é ofertado por quaisquer outros produtos. Os fatores disponíveis são também perfeitos substitutos uns dos outros;
- Mobilidade: cada agente comprador e vendedor, atua independentemente de todos os demais. A mobilidade é livre e não há quaisquer acordos entre os que participam do mercado. Também não há restrições governamentais de qualquer espécie. No mercado de produtos, empresas expandem ou reduzem livremente suas plantas, sem que quaisquer reações sejam observadas; ingressam e saem de quaisquer segmentos do mercado;
 - Permeabilidade: não há quaisquer barreiras para entrada ou saída dos agentes que atuam ou querem atuar no mercado. Barreiras técnicas, financeiras, legais, emocionais ou de qualquer outra ordem não existem sob situação de concorrência perfeita;
 - Preço limite: nenhum vendedor de produto pode praticar preços acima daquele estabelecido no mercado, resultante da livre atuação das forças de oferta e da procura. Em contrapartida, nenhum comprador pode impor um preço abaixo do de equilíbrio, o preço-limite é dado pelo mercado. Assim, o preço resulta de forças que nenhum agente é capaz de comandar;
 - Extra-preço: não há qualquer eficácia em formas de concorrência fundamentadas em mecanismos extra-preço. A oferta de quaisquer vantagens adicionais, associáveis o produto ou fator, não faz qualquer sentido. Esta característica é subproduto da homogeneidade. Manobras extra-preço descaracterizam o atributo da padronização;
 - Transparência: por fim, o mercado é absolutamente transparente. Não há qualquer agente que tenha informações privilegiadas ou diferentes daquelas que todos detêm. As informações que possam influenciar o mercado são perfeitamente acessíveis a todos. E todos pactuam, em igualdade de condições, de decisões delas decorrentes. ROSSETTI(1997, p.401)

Na perspectiva de Garófalo e Carvalho (1980), dificilmente é possível enquadrar alguma atividade como concorrencial perfeita. O setor da economia que mais se aproxima é o agrícola, em que, normalmente, existe atomização, homogeneidade dos produtos, livre mobilidade dos agentes, dos produtos e dos recursos produtivos, embora tal mobilidade exija sempre algum período de tempo. Mas, mesmo no caso dos mercados de produtos agrícolas, muitos produtos sofrem influências externas, como de programas governamentais. Em análise, os autores acreditam que influências deste tipo introduzem “viscosidades” nesses mercados. A “fluidez” fica de alguma forma comprometida. De certa forma, as variedades genéticas que caracterizam a maior parte das culturas e as qualidades com que os produtos finais são levados ao mercado interferem no conceito de homogeneidade. Conseqüentemente, mesmo os mercados de produtos agrícolas deixam de corresponder aos atributos rigorosos que se exigem de estruturas perfeitamente competitivas.

Na chamada “Teoria da Firma”, exposta por Carrera-Fernandez (2009) encontra-se que, durante o processo produtivo, a firma transforma uma variedade de insumos ou fatores de produção em produto ou produtos. Admitindo-se a produção de um só produto e denotando-se as quantidades desses insumos por x_1, x_2, \dots, x_n e o nível de produção por unidade de tempo por y , então se pode definir o importante conceito de função de produção:

A função de produção é uma relação técnica que estabelece o máximo nível de produção por unidade de tempo, y , que pode ser obtido a partir de dadas quantidades desses n insumos, a qual pode ser representada da seguinte forma:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

CARRERA-FERNANDEZ (2009, p. 201).

Dentro deste mesmo enfoque, Menegatti (2006) afirma que, em relação ao setor agrícola, o empresário agrícola é, antes de tudo, um tomador nato de decisão. O que ele faz, muitas vezes intuitivamente, é o alvo de estudo da teoria microeconômica, que procura entre os diversos processos e recursos produtivos selecionar a melhor alocação de insumos, uma vez que o quê, quanto e como produzir são pontos-chaves em qualquer processo produtivo. Teoricamente, o processo é concretizado na função de produção, que descreve a forma que a empresa transforma seus insumos (fatores de produção), dado um certo padrão tecnológico, em produtos. Semelhantemente a Carrera-Fernandez (2009), a função de Nicholson (2001) é descrita como:

$$y = f(K, L)$$

Pela compreensão de Menegatti (2006), a função de produção, na realidade, engloba todos os insumos envolvidos no processo, sendo melhor expressa como $y = f(K, L, M, \dots)$, no qual cada letra representa um insumo e permite que os insumos sejam combinados em proporções variadas.

Essa definição, segundo os estudos de Carrera-Fernandez (2009), permite observar que a função de produção traz embutido o conceito de eficiência técnica, visto que não é qualquer nível de produção que se busca, mas o máximo nível de produção que pode ser obtido a partir dessas dadas quantidades de insumos. Nesse sentido, a função de produção é um conceito de fronteira. Portanto, por buscarem o máximo nível de produção possível, as firmas são, sob o ponto de vista técnico, intrinsecamente eficientes.

Complementado as ideias deste autor, observa-se que a derivada parcial da função de produção em relação ao insumo i , ou seja, $\partial y / \partial x_i$, é denominada de produtividade marginal, servindo para indicar como o nível de produção varia ao fazer-se variar o nível de utilização desse insumo.

Os principais pressupostos subjacentes à teoria da produção são:

1. Os insumos (ou fatores de produção) e o produto são divisíveis. Isso significa que a função de produção é contínua.
2. Os insumos são utilizados em quantidades não negativas, ou seja, $x_i \geq 0$, com pelo menos um $x_j > 0$.
3. A firma não pode produzir algo a partir de nada:

$$f(0, 0, \dots, 0) = 0$$

Isso significa que a função de produção parte da origem.

4. Só é possível aumentar o nível de produção se for utilizado mais de, pelo menos, um dos insumos, de modo que:

$$\partial y / \partial x_i = f_i \geq 0, \text{ com pelo menos um } f_j > 0$$

Isso significa que a função de produção é não decrescente nas quantidades dos insumos, ou seja, a produtividade marginal do insumo i é não negativa, sendo que pelo menos uma das produtividades marginais tem que ser necessariamente positiva.

5. A função de produção é contínua e duplamente diferenciável, de modo que a primeira e a segunda derivadas existem e são funções contínuas do vetor de insumos (x_1, x_2, \dots, x_n) .

6. A função de produção é quase-côncava, significando que as hier. superfícies de produção são convexas em relação à origem. CARRERA-FERNANDEZ (2009, p. 202).

Sequencialmente a estas indicações, Saraiva (2013) acrescenta que, a função de produção estabelece a relação entre as quantidades dos fatores utilizados e o máximo nível de produção obtido. Subjacentes à definição de uma função de produção estão, fundamentalmente, os pressupostos de que o nível tecnológico é dado e de que é máxima a eficiência com que se emprega a tecnologia.

Para este autor, uma forma simplificada de representar a função de produção consiste em definir, no plano, as chamadas linhas isoquantas. Estas linhas são o lugar geométrico de pontos cujas coordenadas representam as quantidades dos dois fatores que permitem obter um certo volume de produção. As inúmeras isoquantas associadas a uma determinada função de produção compõem o chamado mapa de produção.

Sob o ponto de vista geométrico, Carrera-Fernandez (2009) define a isoquanta como sendo o contorno ou a curva de nível dessa função para certo nível de produção. Assim, arbitrando-se níveis distintos de produção, pode-se então obter um conjunto de isoquantas, o qual é denominado de mapa de isoquantas.

Assim, Menegatti (2006) complementa que, as isoquantas refletem a flexibilidade que a empresa possui para substituir um insumo pelo outro quando tomam a decisão do quanto produzir. Se a produção varia, tem-se um conjunto de níveis de produção e um mapa de isoquantas é formado.

As principais características das isoquantas são:

1. Existe uma isoquanta para cada ponto do espaço de insumos. Essa característica resulta do fato da função de produção ser contínua. Isso significa que o mapa de produção é denso.
2. Quanto mais afastada da origem estiver a isoquanta, maior será o nível de produção. Essa característica é o resultado do fato da função de produção ser não decrescente.
3. As isoquantas apresentam inclinação negativa. Essa característica é resultante da capacidade que a firma tem de substituir insumos e ainda assim manter o seu nível de produção constante.
4. As isoquantas não podem se interceptar. Se as isoquantas se interceptassem seria violada a condição de eficiência técnica.
5. As isoquantas são convexas em relação à origem. Essa característica é resultante do pressuposto de que a função de produção é quase-côncava, o qual é motivado

por uma constatação empírica de que a firma não se especializa na utilização de apenas um insumo. CARRERA-FERNANDEZ (2009, p. 203).

A Figura 1 representa graficamente as isoquantas para dois níveis distintos de produção y_0 e y_1 . Deve-se ressaltar que ao longo de cada isoquanta o que varia é a proporção de insumos, enquanto se mantém o nível de produção constante. No entanto, ao longo de um raio a partir da origem o que varia é o nível de produção, enquanto se mantém a proporção de insumos constante. Por exemplo, ao mover-se ao longo da isoquanta y_0 de A para B, o nível de produção permanece constante, mas a proporção de insumos (x_2/x_1) sofre uma redução. Relativamente ao ponto A, o ponto B é mais intensivo em x_1 . Por outro lado, ao mover-se nessa mesma figura de A para A', ao longo do raio R_1 , a proporção de insumos (x_2/x_1) permanece constante, mas o nível de produção aumenta de y_0 para y_1 .

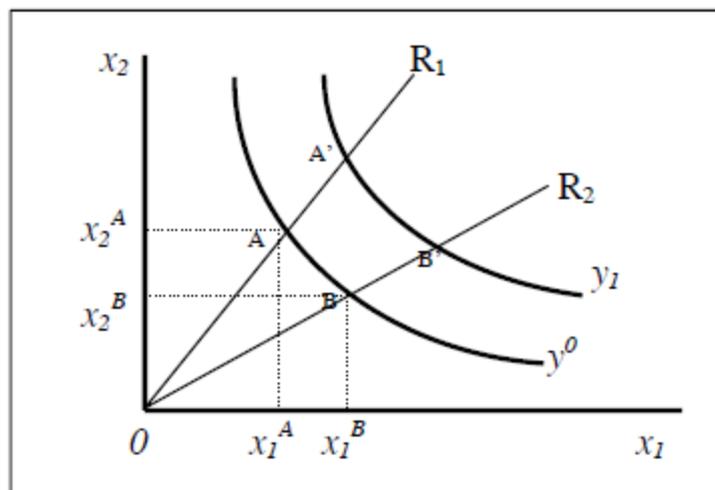


Figura 1: Isoquantas em um espaço bidimensional.
Fonte: CARRERA-FERNANDEZ, 2009, p. 204.

Finalizando este conceito, Menegatti (2006) expõe que outra característica importante das funções de produção é a relação produto/insumo que ela guarda, o que define o seu retorno à escala, que pode ser:

- Crescente: se ao multiplicar por um fator constante todos os insumos, a produção aumenta mais proporcionalmente do que o fator.
- Constante: se ao multiplicar por um fator constante todos os insumos, a produção aumenta na mesma proporção do fator.
- Decrescente: se ao multiplicar por um fator constante todos os insumos, a produção aumenta menos proporcionalmente do que o fator (MENEGATTI, 2006, p. 28).

1.2 FUNÇÃO CUSTO

Antes de se iniciar a conceituação de custos, propriamente dito, apresenta-se a definição de custo econômico dada por Binger e Hoffman (1998): “para os economistas, custo econômico pode ser definido de dois modos equivalentes: é o valor de mercado de todos os insumos usados na produção e é também o preço de mercado da forma mais eficiente do emprego de insumos no processo produtivo”.

Esta definição remete a um conceito, definido por Saraiva (2013), que indica, por sua vez, que admitindo-se que o objetivo do produtor é a maximização do lucro, a maximização da diferença entre o total da receita (RT) obtida e o conjunto dos custos suportados (CT), justifica-se que se analise com algum detalhe a componente subtrativa do lucro: $LT = RT - CT$. Nesta definição, entende-se o custo na acepção econômica do termo, ou seja, como custo de oportunidade.

Neste sentido, Menegatti (2006) afirma que pela definição de custo de oportunidade (melhor alternativa de emprego do insumo), pode-se dizer então que custo econômico é a soma de todos os custos de oportunidade dos insumos usados na produção e que a função é o menor custo econômico possível para produzir determinado produto.

Complementarmente, Saraiva (2013) afirma que, como tal integram-no, para além dos custos explícitos, os custos implícitos (não passíveis de relevação contabilística), como sejam: o juro alternativo do capital investido, o rendimento alternativo que o empresário obteria se não se ocupasse da empresa, o prêmio de risco.

Direcionando estes conceitos para o tema deste estudo, Teixeira e Gomes (1994) acreditam que 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.

Dessa forma, Chambers (1988) define que a função custo expressa o mínimo custo de produção em um nível utilizando-se um determinado vetor de preço dos insumos, durante um dado período de tempo, obtendo-se, dessa forma, a fórmula:

$$C(w, y) = \min_{x \geq 0} \{w \cdot x : x \in V(x)\}$$

Em que:

- i) $C(w, y) \in \mathbb{R}_+$ é a função custo;
- ii) $V(x) \in \mathbb{R}_+^n$ é o conjunto dos valores de x (fechado e não vazio);
- iii) $w \in \mathbb{R}_{++}^n$ é o vetor de preços dos insumos; e

iv) $x \in \mathbb{R}_+^n$ é o vetor de quantidades de insumos.

Assim, Barbosa (1985) diz que a função custo é homogênea de grau um em relação aos preços dos fatores de produção. Completando este raciocínio, Santos (2009) acrescenta que, o custo total varia no mesmo sentido dos preços dos fatores de produção, pois a função de demanda por cada fator pode ser obtida derivando-se parcialmente a função em relação ao seu preço. Ela é côncava nos preços dos fatores e não-decrescente em relação ao nível de produção.

Dentro deste contexto, 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, afirmando assim, que o seu papel é auxiliar a administração na organização e controle da unidade de produção, pois um sistema de custos revela ao administrador as atividades menos dispendiosas, as mais lucrativas, as operações de maior e menor custo e as vantagens de substituir uma pela outra. Contudo, um dos seus principais objetivos é o de identificar os valores dos produtos, através da medida dos insumos utilizados, caracterizando-se em custos diretos e custos indiretos.

Segundo Floss (2004), os custos diretos de uma propriedade rural são aqueles provenientes de recursos específicos e exclusivos à atividade que os empregou, sendo atribuídos integralmente àquela atividade. Na compreensão dada por Antunes e Reis (2001), os custos diretos são todas as despesas capazes de serem diretamente apropriadas ou ligadas a uma determinada atividade produtiva, sem a necessidade de nenhum tipo de processamento intermediário ou rateio de valores.

Em contrapartida, o conceito de custos indiretos é dado por Floss (2004) como sendo aqueles recursos de capital, utilizados em mais de uma atividade ou ainda pertencem ao grupo de despesas gerais da mesma. Portanto, para este autor, estes recursos necessitam, para sua apropriação, a realização de rateio feito proporcionalmente à requisição ou demanda de cada atividade. Conceituando ainda os custos indiretos, Antunes e Reis (2001) os definem como aquelas despesas com insumos ou serviços empenhados em mais de um centro de custos, sendo que o benefício desta despesa será usado por mais de uma atividade. Assim, esses valores requerem 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.

De acordo com os estudos de Menegatti (2006), no caso do custo médio, a única variável que pode ser modificada é o nível de produto e considerando-se a relação que os custos guardam com a evolução da produção, estes podem ser fixos ou variáveis. Este autor

ainda atenta para o fato de que, apesar de ser possível classificar os custos, todo custo está sujeito a mudança, porém, os custos que tendem a se manterem constantes frente às alterações de nível de produção são tidos como fixos.

Conforme apresenta Rossetti (1997), a Teoria Microeconômica básica diferencia os custos da empresa a partir de seus comportamentos típicos em relação às quantidades produzidas. A custo prazo, diferenciam-se entre fixos e variáveis. A longo prazo, todos os custos, em princípio, variam, quer em decorrência de alterações nas dimensões da empresa, quer por mudanças nas tecnologias de produção, quer ainda em função de modificações nos suprimentos e preços dos fatores produtivos.

Entretanto, a curto prazo, identificam-se custos que se mantêm fixos e que independem das quantidades produzidas, outros são variáveis e modificam-se em função do quanto a empresa produz.

No curto prazo, Santos (2009) indica que as quantidades de alguns insumos não podem ser alteradas. Dessa forma, a parte dos custos que independem do nível de produção é chamada de Custos Fixos (CF). Por outro lado, o citado autor observa que os Custos Variáveis (CV) são aqueles que variam com o nível de produção. A soma desses custos resulta no custo total (CT):

$$CT = CF + CV$$

Segundo Mendes (1989), a partir dessas definições deriva uma família de outros conceitos, a divisão dos custos fixos, variáveis e total pela quantidade produzida (y) resultando na fórmula:

$$CFMe = \frac{CF}{y} \text{ (custo fixo médio)}$$

$$CVMe = \frac{CV}{y} \text{ (custo variável médio); e}$$

$$CTMe = \frac{CT}{y} \text{ (custo total médio)}$$

Uma observação muito relevante trazida por Menegatti (2006) mostra que, mesmo os custos considerados fixos não são eternamente fixos. Mas sim, dentro de certos limites de oscilação da atividade a que se referem, sendo que, após tais limites, alteram, mas não de forma exatamente proporcional. Nesse caso, eles existem independentemente do nível

de produção da empresa, sendo necessário para o simples fato de manter a empresa aberta e são diluídos à medida que a produção aumenta.

Os custos em que a empresa incorre estão, segundo Rossetti (1997), fortemente ligados ao processo produtivo e a sua função produção. Independentemente da estrutura de mercado em que a empresa opera, a produção é uma função dos recursos empregados. O volume de produção será maior ou menor na dependência de a empresa empregar maior ou menor volume de recursos. Uma parte dos recursos empregados na produção varia diretamente em função do volume da própria produção: são os recursos variáveis. Outra parte, todavia, não varia a curto prazo: são os recursos fixos. Os recursos fixos incluem imobilizações (edificações, propriedades, equipamentos e outros bens de capital) e parte do pessoal empregado, notadamente os envolvidos em atividades gerenciais de suporte. Os recursos variáveis incluem os insumos necessários para a produção (matérias-primas e outros materiais intermediários), o pessoal mobilizado diretamente no processo produtivo, a energia e outras categorias de dispêndios exigidas nas operações de produção.

Em relação ao tipo de aplicação da contabilidade de custos para o administrador ou empresário, Iudícibus (1980) mostra que essa ferramenta fornece informações contábeis e financeiras para decisão entre alternativas. Indica ainda, que esse tipo de decisão necessita de 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.

Um último conceito dentro do tópico de custos é o de custo de produção, dado por Canziani (1998) como a compensação financeira que os donos dos fatores de produção utilizam para produzir determinado bem, e que devem receber para que continuem fornecendo estes fatores à mesma. Neste caso, Werner (2007) afirma que o termo “compensação” é utilizado no conceito de custo de produção, porque nem sempre ocorre pagamento formal (em dinheiro), como no caso da 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 empresas.

Assim posto, Canziani (1998) afirma que 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 torna economicamente obsoleto ou não seja mais possível utilizá-lo.

Relacionando a função de custo com a função de produção, Carrera-Fernandez (2009, p.241) aponta, resumidamente que:

Se a função de produção apresenta retornos crescentes de escala, então o custo médio de longo prazo é declinante, o que implica em que a firma experimentará economias de escala.

Se a função de produção apresenta retornos decrescentes de escala, o custo médio de longo prazo é crescente, o que significa que a firma enfrentará deseconomias de escala.

Se a função de produção apresenta retornos constantes de escala, então a firma experimentará custo médio de longo prazo constante.

A Figura 2 ilustra o relacionamento entre a função de produção homogênea e a função de custo de longo prazo para os casos de retornos de escala decrescentes e constantes. Pode-se observar que o caminho de expansão da firma (CEF) é linear, indicando tratar-se de uma função de produção homogênea. Se a função de produção é homogênea linear (ou seja, que apresenta retornos constantes de escala), então os segmentos AB e BC' são iguais, indicando que o dobro da produção se dá exatamente com o dobro dos insumos. Pode-se observar no painel (a), que a função de custo correspondente é linear (curva pontilhada). Por outro lado, se a função de produção é homogênea de grau $t < 1$ (retornos decrescentes de escala), então o segmento AB é menor que o segmento BC, indicando que o dobro do produto se dá com mais do que o dobro dos insumos. Através de uma inspeção no painel (a), pode-se observar que a função de custo correspondente (curva cheia) é convexa em relação à origem.

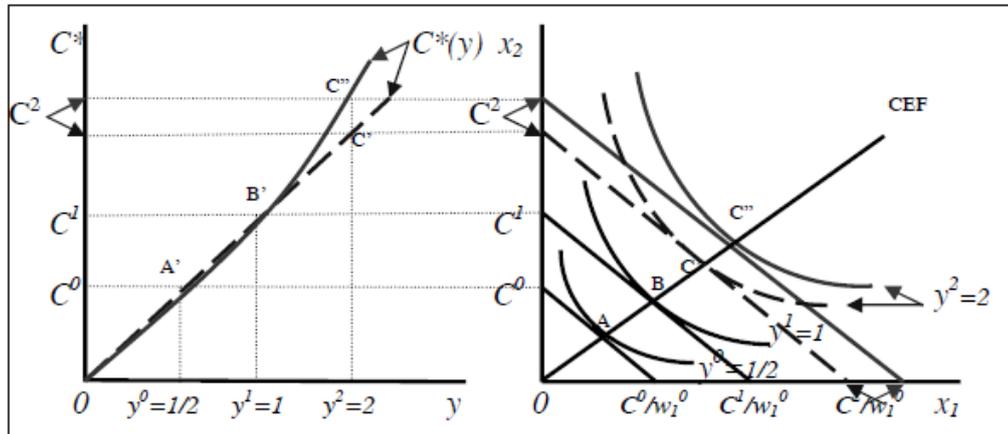


Figura 2 -A função de custo para a função de produção homogênea.
Fonte: CARRERA-FERNANDEZ, 2009, p. 242.

Finalizando a relação de custo e produção, Carrera-Fernandez (2009) esclarece que, além desse relacionamento particular entre a função de custo (ou custo médio) de longo prazo e a função de produção homogênea, pode-se também estabelecer um relacionamento característico entre a função de custo marginal e os retornos de escala.

2 PRODUÇÃO DE SOJA

2.1 PRODUÇÃO NACIONAL DE GRÃOS

Dentro deste panorama, a agricultura focada na produção de grãos aparece como fundamental fator de abastecimento do país e das indústrias. Segundo Brasil (2007), a produção de grãos passou de 57,8 milhões de toneladas para 123,2 milhões de toneladas, no período compreendido entre as safras de 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.

Dados mais atuais da Companhia Nacional de Abastecimento Conab (2012) indicam que a área plantada na safra 2011/12, estimada em 50,83 milhões de hectares, foi 1,9% (960,7 mil hectares) maior que a cultivada em 2010/11, que totalizou 49,87 milhões de hectares. Em comparação ao levantamento anterior, houve uma redução de 133,8 mil hectares, motivada principalmente pela não concretização de plantios em alguns estados da região Nordeste.

Destaque para o milho segunda safra (safrinha) que apresenta crescimento de 22,7% (1,34 milhão de hectares), passando de 5,89 milhões para 7,23 milhões de hectares, e a soja com aumento de 3,4% (819,5 mil hectares), passando de 24,18 milhões para 25,0 milhões de hectares. A área do milho primeira safra ficou próxima da cultivada em 2010/11, observa-se uma leve redução de 0,4%, totalizando 7,23 milhões de hectares. Atenção também para a soja, com aumento de 10,7%. Quanto à produção, a soja teve aumento expressivo, com incremento de 22,7%, passando de 66,38 para 81,46 milhões de toneladas. (CONAB, 2012).

Conforme informações do levantamento da Conab (2012), as demais culturas apresentam redução na área cultivada, sobretudo as de arroz e feijão. O arroz contabiliza um decréscimo de 13,0% (366,9 mil hectares), e o feijão (total), redução de 18,0% (716,4 mil hectares), com a maior perda na cultura de segunda safra, com menos 19,9% (360,4 mil hectares), causada principalmente pela estiagem na região Nordeste.

Em último levantamento, Lopes (2013) afirma que a safra do Brasil, em 2013, superou 180 milhões de toneladas de grãos. Com tecnologias de melhoria dos solos, tropicalização de cultivos, práticas de defesa ambiental e muito empreendedorismo, os produtores intensificaram a agricultura em níveis inéditos com três safras no ano. É o bônus de produzir na condição tropical. Mas também há vários ônus. A abundância de sol e

umidade, que faz brotar as plantas, também acolhe e multiplica doenças e pragas. Há anos, pesquisa e produtores lutam contra a ferrugem da soja; o avanço da lagarta do cartucho do milho sobre plantas transgênicas; a multiplicação de nuvens da mosca branca, disseminando doenças como o "mosaico dourado" do feijão; e o recente e indiscriminado ataque da lagarta *Helicoverpa armigera* ao algodão, milho, soja e hortaliças.

O Estado do Mato Grosso aponta grande potencial no aumento da produção nacional de grãos, sendo, possivelmente, o Estado a produzir mais. De acordo com O Diário de Cuiabá (2013), *“Mato Grosso continuará no topo da produção nacional de soja e milho ao somar 51,68 milhões de toneladas na safra 2022/23. Com esse volume, o Estado se manterá líder na oferta das commodities e com um incremento de 26,29% na comparação com as 40,92 milhões de toneladas da safra 2012/13”*.

Esta projeção foi divulgada no início do mês de agosto, por meio de estudos feitos pela Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (AGE/Mapa) que apontam o desempenho de culturas como soja, canadeaçúcar, milho, arroz, trigo e uva nos próximos dez anos. O Paraná vai a 42,81 milhões de toneladas e o Rio Grande do Sul a 25,82 milhões toneladas (O DIÁRIO DE CUIABÁ, 2013).

O levantamento considera dois pontos, uma evolução linear com base no banco de dados das últimas safras e um limite superior, que se atingido elevaria a produção local de soja e milho para 66,24 milhões t. O milho será o alicerce da expansão e no limite superior pode atingir 30,81 milhões de toneladas, cerca de cinco milhões a menos que a soja na variação superior, que chegaria a 35,43 milhões t. E o crescimento da produção mato-grossense será resultado do avanço da produção sobre a expansão da área cultivada. Conforme a Age/Mapa, serão 26,29% e 25,29%, respectivamente (O DIÁRIO DE CUIABÁ, 2013, p. 1).

No décimo levantamento anual, a Conab (2012) indica que a produção estimada em 162,6 milhões de toneladas é 0,1% inferior à obtida na safra 2010/11, quando atingiu 162,8 milhões de toneladas. Esse resultado representa uma redução de 206,7 mil toneladas. A maior redução é observada na soja (8,95 milhões de toneladas) e no arroz (2,05 milhões de toneladas). Tal redução se deve às condições climáticas não favoráveis, principalmente no período entre 15 de novembro/11 e 15 de janeiro/12, que afetaram mais as lavouras de milho e de soja, sobretudo nos estados da região Sul, parte da Sudeste e no sudoeste de Mato Grosso do Sul, e a estiagem nos estados da região Nordeste, que causou perdas em todas as culturas.

Segundo a matéria do jornal O Diário de Cuiabá (2013), alguns analistas frisam que até a safra 2022/23 há um longo caminho e a confirmação, frustração e ou superação das

perspectivas serão fruto da relação oferta e demanda for sendo estabelecida daqui para frente. *"O mercado dita os rumos. O mercado diz se desta vez se planta mais soja ou milho. O estudo é uma perspectiva interessante, não necessariamente algo que venha a se concretizar"*.

2.2 CULTURA DA SOJA

Segundo levantamento de Freitas (2011), a cultura da soja atingiu 129 anos de presença no Brasil em 2011. A exploração da oleaginosa iniciou-se no sul do país e hoje já é encontrada nos mais diferentes ambientes, retratado pelo avanço do cultivo em áreas de Cerrado. Nos anos de 1980, a soja liderou a implantação de uma nova civilização no Brasil Central (principalmente nos estados de Goiás e Mato Grosso), levando o progresso e o desenvolvimento para regiões despovoadas e desvalorizadas.

Historicamente, encontra-se em Embrapa (2004) que a soja (*Glycine max (L.) Merrill*) que hoje é cultivada mundo afora, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milho, era considerada um grão sagrado, com direito a cerimônias ritualísticas na época da semeadura e da colheita.

Como narra Peixoto (1972), a origem dessa oleaginosa é o continente asiático, mais especificamente a China, tendo sido introduzida na Europa pelos holandeses, em 1877, e posteriormente, nos Estados Unidos, em 1829. A grande expansão desta cultura nos Estados Unidos ocorreu a partir da década de 30 e, atualmente este é o maior produtor mundial, podendo perder sua posição para o Brasil nos próximos anos.

Outro dado importante acerca da cultura da soja vem de Conab (2009) e afirma que este tipo de soja, sem dúvida, é destaque entre as principais oleaginosas do mundo. Nos últimos anos, principalmente com a abertura de novas áreas sob vegetação de cerrado, o Brasil passou a ser o segundo maior produtor do mundo, com produção total superior a 58 milhões de toneladas de grãos, em área estimada de 21,24 milhões de hectares.

Cultivada em praticamente todo o território nacional e com média de rendimento que é recorde mundial, Andef (2006) apresenta que a soja é considerada a cultura mais importante do País. Nessa cultura são consumidos aproximadamente 30% de todos os

produtos agrícolas comercializados para proteção de plantas no Brasil, estimado em mais de US\$ 2,1 bilhões, sendo a maior parte constituída pelos herbicidas.

Informações estatísticas fornecidas por Santos (2009) mostram que, entre os principais produtores, a expansão da Argentina merece destaque, pois durante o período analisado neste estudo, o seu crescimento médio anual foi de 14,79%. Em 2006 havia 15 milhões de hectares de soja nesse país (cerca de 16,2% da área mundial). A expansão da soja no Brasil também foi significativa, com taxa média de crescimento de 5,23% ao ano. Em 2006, o país tinha 22 milhões de hectares com participação mundial de 23,66%.

O primeiro registro de cultivo de soja no Brasil data de 1914 no município de Santa Rosa, RS. Mas foi somente a partir dos anos 40 que ela adquiriu alguma importância econômica, merecendo o primeiro registro estatístico nacional em 1941, no Anuário Agrícola do RS: área cultivada de 640 ha, produção de 450t e rendimento de 700 kg/ha. Nesse mesmo ano instalou-se a primeira indústria processadora de soja do País (Santa Rosa, RS) e, em 1949, com produção de 25.000t, o Brasil figurou pela primeira vez como produtor de soja nas estatísticas internacionais (EMBRAPA, 2004, p. 2).

De acordo com informações da Embrapa (2006), a soja é uma das principais fontes de proteína do mundo e pode ser utilizada como adubação verde, alimentação humana e animal e em diversos usos industriais. A cultura se adapta a regiões com temperaturas médias entre 20 e 30°C. A sua necessidade hídrica varia entre 450 e 800mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, manejo da cultura, cultivar e duração do ciclo. A produtividade média é de 3000 kg/ha, e seu ciclo de produção varia de 110 a 140 dias, dependendo do cultivar.

A estabilização da economia, com a eliminação do processo inflacionário, de acordo com levantamentos de Barros et. al. (1997), recuperou, entre os agentes econômicos, a noção de preços relativos, trazendo à tona ineficiências no campo da infraestrutura e distorções que reduzem a competitividade dos produtos brasileiros.

Segundo dados da Embrapa (2000), nota-se que um dos segmentos que interfere na eficiência de vários setores da economia de um país é o transporte. No caso brasileiro, em que a maior parte do transporte é feita por rodovias, essa fase da comercialização acaba onerando o produto. No caso específico do transporte da safra de soja, que passa por algumas etapas como a transferência do grão aos armazéns, ou às indústrias esmagadoras, ou aos portos com destino à exportação, essa etapa afeta a competitividade do produto. Ao verificar a comercialização que envolve não somente o produto “*in natura*” como também todo o complexo soja, pode-se estabelecer três etapas que participam de todo processo:

- A primeira etapa consiste no transporte entre o produtor e a indústria de esmagamento, ou armazenamento do produto. Conforme observa Stülpe Plá (1992), essa etapa representa um custo mais elevado, em decorrência das estradas rurais não serem pavimentadas, ocasionando deslocamento mais lento, períodos de interrupção por causa das chuvas, além de elevar os custos de manutenção do caminhão;
- A segunda etapa caracteriza-se pelo transporte do grão armazenado para a indústria de processamento ou dos armazéns ou indústrias para a exportação; e
- A terceira fase inclui os produtos derivados da soja com destino ao mercado interno (centros de consumo) ou ao mercado externo.

Nos estudos de Gazziero (2005), observa-se que, após liberação oficial da soja transgênica resistente ao *glyphosate* em 2005, ocorreram profundas mudanças nos sistemas de manejo de plantas daninhas nessa cultura, tendo em vista que vários produtos ou combinações destes estão sendo substituídos por um único ingrediente ativo: o *glyphosate*. No entender de Silva et al (2007), esse herbicida representa um grande atrativo aos produtores, pois apresenta uma série de vantagens como: ter amplo espectro de ação; ser de simples aplicação; não possuir efeito residual no solo; apresentar alta seletividade à soja; controlar espécies e biótipos tolerantes ou resistentes a outros mecanismos de ação; ser de baixo custo e mais eficiente que os demais herbicidas existentes no mercado mundial.

Devido a todos esses pontos positivos, Rodrigues e Almeida (2005) acreditam que o cultivo da soja resistente ao *glyphosate* é a tecnologia de aceitação mais rápida na história da agricultura mundial. Outro fator importante que contribuiu para a rápida aceitação da cultura da soja resistente ao *glyphosate*, segundo mostram estes autores, foi o fato desse herbicida ser eficiente no controle de plantas daninhas em estágios avançados de desenvolvimento, o que não ocorre com os demais pós-emergentes recomendados para essa cultura.

Segundo Embrapa (2004), a revolução socioeconômica e tecnológica protagonizada pela soja no Brasil Moderno, pode ser comparada ao fenômeno ocorrido com a cana-de-açúcar, no Brasil Colônia e com o café, no Brasil Império/República, que, em épocas diferentes, comandou o comércio exterior do País. A soja respondia, em 2003, por uma receita cambial direta para o Brasil de mais de sete bilhões de dólares anuais (superior a 11% do total das receitas cambiais brasileiras) e cinco vezes esse valor, se considerados os benefícios que gera ao longo da sua extensa cadeia produtiva.

Abrindo fronteiras e semeando cidades, Embrapa (2004) ainda observa que a soja liderou a implantação de uma nova civilização no Brasil Central, levando o progresso e o

desenvolvimento para uma região despovoada e desvalorizada, fazendo brotar cidades no vazio dos Cerrados e transformando os pequenos conglomerados urbanos existentes, em metrópoles.

O explosivo crescimento da produção de soja no Brasil, de quase 260 vezes no transcorrer de apenas quatro décadas, determinou uma cadeia de mudanças sem precedentes na história do País. Foi a soja, inicialmente auxiliada pelo trigo, a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial no Brasil. Também, ela apoiou ou foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, pela modernização do sistema de transportes, pela expansão da fronteira agrícola, pela profissionalização e pelo incremento do comércio internacional, pela modificação e pelo enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros, pela aceleração da urbanização do País, pela interiorização da população brasileira (excessivamente concentrada no sul, sudeste e litoral do Norte e Nordeste), pela tecnificação de outras culturas (destacadamente a do milho), bem como impulsionou e interiorizou a agroindústria nacional, patrocinando a expansão da avicultura e da suinocultura brasileiras (EMBRAPA, 2004, p. 5).

Na visão de Freitas (2011), o crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. Amecanização e a criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo dos solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço.

2.3 A SOJA NO BRASIL

Dados históricos de Peixoto (1972), Hasse (1996) e Câmara e Heiffig (2006) apresentam que, no Brasil, a soja foi introduzida por Gustavo D'Utra, na Bahia no ano de 1882. Em 1900 são observados os primeiros plantios experimentais no Rio Grande do Sul e, em 1955, é utilizado no Paraná para recuperar áreas com cafezais geados. No Estado de São Paulo, os imigrantes japoneses usavam a soja desde 1908 para consumo doméstico. Em 1970, a soja foi introduzida no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. Mais recentemente, em 1990, seu plantio expandiu-se nos Estados do Maranhão e Piauí.

Segundo levantamento da Embrapa (2013), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja atrás apenas dos EUA. Na safra 2009/2010, a cultura ocupou uma área de 23,6 milhões de hectares, o que totalizou uma produção de 68,7 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 2941 kg por hectare.

Com base nos aumentos tanto de área cultivada, quanto de produtividade média, Lazzarotto e Hirakuri (2010) e Conab (2010) apontam que na última década, a produção brasileira saltou de 13,2 para quase 68,7 milhões de toneladas, o que rendeu uma participação significativa na oferta e demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja no âmbito mundial.

Segundo indicam Roessingue Guedes (1993), esse incremento na produção resultou dos vários incentivos governamentais (creditícios, pesquisas, apoio técnico e outros). Estes autores destacam, ainda, que isso foi possível também graças a uma forte demanda do mercado externo, principalmente de farelo de soja.

Como observa Santos (2009), no Brasil, a expansão da soja foi favorecida por diversos fatores. A sua primeira fronteira de expansão ocorreu no sul do país nas décadas de 60 e 70. Essa expansão foi facilitada pela semelhança com o ecossistema americano, o que facilitou a transferência de tecnologia.

Adicionalmente, Embrapa (2008) complementa afirmando que, a soja foi beneficiada ainda, por outros fatores, tais como: incentivos fiscais voltados para o trigo e que foram aproveitados pela soja; aumento da demanda no mercado internacional; a substituição da gordura animal pela vegetal; as facilidades de mecanização da cultura; a construção de um parque industrial para processamento da soja; e, estabelecimento de redes de pesquisas em vários órgãos facilitando o seu melhoramento.

A soja, conforme analisam Costa Neto e Rossi (2000), é uma das mais importantes culturas na economia mundial, pois seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. Recentemente, vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível.

De acordo com Embrapa (2008) e Câmara e Heiffig (2006), recentemente tem-se observado a expansão da cultura da soja no Centro-Oeste brasileiro, com ocorrências a partir da década de 80, observa-se um acentuado crescimento da produção de soja devido a fatores como: transferência de capital do país para Brasília; incentivos fiscais para explorar novas fronteiras agrícolas; baixo valor da terra; crescimento do parque industrial para soja facilitado por incentivos fiscais. Condições favoráveis para a mecanização, e, melhorias no sistema de transporte, também favoreceram para tal expansão.

Como mostram Kiihle Garcia (1989) a implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil possibilitou o avanço da cultura para as regiões de baixas latitudes, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptados por meio da incorporação

de genes que atrasam o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor, conferindo a característica de período juvenil longo.

Neste sentido, Freitas (2011) acredita que o trabalho desses programas de melhoramento nos últimos anos vem desenvolvendo novos cultivares com alta estabilidade e adaptabilidade, os quais apresentam caracteres agrônômicos desejáveis e alta produtividade de grãos para as regiões produtoras no território brasileiro.

Vale destacar, que novos desafios técnicos estão surgindo todos os anos e mexendo com pesquisadores, melhoristas, técnicos e agricultores que trabalham com a cultura da soja. Nas duas últimas safras (2009/10 e 2010/11) alguns produtores têm relatado uma nova anomalia conhecida como soja louca II, de causa ainda desconhecida, o que tem provocado debates e estudos específicos para desvendar o quebra-cabeça e esclarecer as causas e/ou agentes causais da anomalia que provoca o abortamento dos botões florais das plantas, deformação de folhas, a formação de vagens deformadas e que não amadurecem, atrapalhando sobremaneira o processo de colheita das lavouras atacadas. É importante mencionar, que esses ataques vêm sendo observados tanto em áreas cultivadas com soja convencional, quanto em áreas cultivadas com soja RR (FREITAS, 2011, p. 4).

Apesar de tudo, Vencato et. al. (2010), observa que dentre os grandes produtores mundiais (Estados Unidos o maior produtor, Brasil na segunda posição e em terceiro a Argentina), o Brasil apresenta a maior capacidade de multiplicar a atual produção, tanto pelo aumento da produtividade, quanto pelo potencial de expansão da área cultivada. Até 2020, a produção brasileira deve ultrapassar a barreira dos 100 milhões de toneladas, podendo assumir a liderança mundial na produção do grão.

Em seus estudos sobre a cultura da soja, Freitas (2011) apurou que avanços científicos em tecnologias para manejo de solos, com técnicas de correção da acidez, o processo de inoculação das sementes para fixação biológica do nitrogênio e a adubação balanceada com macro nutrientes e micronutrientes, permitiram a cultura expressar a sua potencialidade nas diversas condições climáticas do território brasileiro.

Muitos fatores contribuíram para que a soja se estabelecesse como uma importante cultura, primeiro no sul do Brasil (anos 60 e 70) e, posteriormente, nos Cerrados do Brasil Central (anos 80 e 90). Alguns desses fatores são comuns a ambas as regiões, outros não. Dentre aqueles que contribuíram para seu rápido estabelecimento na Região Sul, pode-se destacar:

- semelhança do ecossistema do sul do Brasil com aquele predominante no sul dos EUA, favorecendo o êxito na transferência e adoção de variedades e outras tecnologias de produção;
- estabelecimento da “Operação Tatu” no RS, em meados dos anos 60, cujo programa promoveu a calagem e a correção da fertilidade dos solos, favorecendo o cultivo da soja naquele estado, então o grande produtor nacional de oleaginosas;
- incentivos fiscais disponibilizados aos produtores de trigo nos anos 50, 60 e 70 beneficiaram igualmente a cultura da soja, que utiliza, no verão, a mesma área, mão de obra e maquinaria do trigo cultivado no inverno;
- mercado internacional em alta, principalmente em meados dos anos 70, em resposta à frustração da safra de grãos na Rússia e China, assim como da pesca

da anchova no Peru, cuja farinha era amplamente utilizada como componente proteico na fabricação de rações para animais, para o que os fabricantes do produto passaram a utilizar-se do farelo de soja;

- substituição das gorduras animais (banha e manteiga) por óleos vegetais, mais saudáveis ao consumo humano;
- estabelecimento de um importante parque industrial de processamento de soja, de máquinas e de insumos agrícolas, em contrapartida aos incentivos fiscais do governo, disponibilizados tanto para o incremento da produção, quanto para o estabelecimento de agroindústrias;
- facilidades de mecanização total da cultura;
- surgimento de um sistema cooperativista dinâmico e eficiente, que apoiou fortemente a produção, a industrialização e a comercialização das safras;
- estabelecimento de uma bem articulada rede de pesquisa de soja envolvendo os poderes públicos federal e estadual, apoiada financeiramente pela indústria privada (Swift, Anderson Clayton, Samir, etc.); e
- melhorias nos sistemas viário, portuário e de comunicações, facilitando e agilizando o transporte e as exportações.

Com relação à região central do Brasil, considerada a nova e principal fronteira da soja, podemos destacar as seguintes causas para explicar o espetacular crescimento da sua produção:

- construção de Brasília na região, determinando uma série de melhorias na infraestrutura regional, principalmente vias de acesso, comunicações e urbanização;
- incentivos fiscais disponibilizados para a abertura de novas áreas de produção agrícola, assim como para a aquisição de máquinas e construção de silos e armazéns;
- estabelecimento de agroindústrias na região, estimuladas pelos mesmos incentivos fiscais disponibilizados para a ampliação da fronteira agrícola;
- baixo valor da terra na região, comparado ao da Região Sul, nas décadas de 1960/70/80;
- desenvolvimento de um bem sucedido pacote tecnológico para a produção de soja na região, com destaque para as novas cultivares adaptadas à condição de baixa latitude da região;
- topografia altamente favorável à mecanização, favorecendo o uso de máquinas e equipamentos de grande porte, o que propicia economia de mão de obra e maior rendimento nas operações de preparo do solo, tratamentos culturais e colheita;
- boas condições físicas dos solos da região, facilitando as operações da maquinaria agrícola e compensando, parcialmente, as desfavoráveis características químicas desses solos;
- melhorias no sistema de transporte da produção regional, com o estabelecimento de corredores de exportação, utilizando articuladamente rodovias, ferrovias e hidrovias;
- bom nível econômico e tecnológico dos produtores de soja da região, oriundos, em sua maioria, da Região Sul, onde cultivavam soja com sucesso previamente à sua fixação na região tropical; e
- regime pluviométrico da região altamente favorável aos cultivos de verão, em contraste com os frequentes veranicos ocorrentes na Região Sul, destacadamente no RS (EMBRAPA, 2004, p. 1-2).

Outro grande fator que contribuiu para a expansão da soja no Brasil, segundo as análises levantadas por Freitas (2011), foi a implantação do manejo integrado de pragas, controlando os principais insetos causadores de danos econômicos na cultura. Nesse sentido,

merece destaque o início do uso de fungicidas a partir da década de 90 para o controle das principais doenças. Essas duas tecnologias ganharam importância desde a implantação da cultura através do tratamento de sementes.

Com isso, a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2011) afirma que a soja consolidou sua posição de maior cultura explorada no Brasil, e passou a apresentar expressiva importância econômica e vem levando o progresso e desenvolvimento nas diversas regiões de cultivo. No mercado mundial, o Brasil participa com cerca de 26,5 e 31,3%, respectivamente, da produção e da exportação de soja em grão (USDA, 2010). Sendo que na última safra, o Brasil exportou cerca de 28 milhões toneladas de grãos.

3 AGRICULTURA DE PRECISÃO

Observa-se, atualmente, a existência de um aumento significativo na necessidade das empresas em investir na eficiência de todos os setores da economia globalizada para manter a competitividade. No entender de Tschiedel e Ferreira (2002), a agricultura não poderia ser diferente. Como analisam os autores, a evolução da informática, tecnologias em geoprocessamento, sistemas de posicionamento global e muitas outras tecnologias estão proporcionando à agricultura uma nova forma de se enxergar a propriedade, deixando de ser uma só e sim várias propriedades dentro da mesma, porém com características específicas. Esta mudança na forma de fazer agricultura está tornando cada vez mais o produtor rural um empresário rural, por controlar cada vez mais a linha de produção.

Neste sentido, Werner (2007) lembra que este tema é bastante atual no meio agrícola brasileiro. O citado autor afirma que, para alguns produtores a utilização da Agricultura de Precisão (AP) é uma realidade como ferramenta para a busca da máxima eficiência gerencial da propriedade. Entretanto, no sistema de Agricultura Tradicional (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, de acordo com a variabilidade existente em cada gleba. Além do que, neste sistema, os resultados também são apresentados conforme a variabilidade das lavouras na forma de mapas e não mais somente pelas médias.

Historicamente, Brasil (2013) afirma que existem relatos de que se trabalha com AP desde o início do século XX. Porém, a prática remonta aos anos 1980, quando na Europa foi gerado o primeiro mapa de produtividade e nos EUA fez-se a primeira adubação com doses variadas. Mas o que deu o passo determinante para a sua implementação foi o surgimento do GPS (Sistema Posicionamento Global por satélites), em torno de 1990. No Brasil, as atividades ainda estão muito esparsas e datam de 1995 com a importação de equipamentos, especialmente colhedoras equipadas com monitores de produtividade.

Como expõem Tschiedel e Ferreira (2002), a agricultura de precisão pode ser considerada como um amplo conceito, englobando tecnologias e novos conhecimentos de informática, eletrônica, geoprocessamento entre outros. Este conceito incorpora um grande

número de conhecimentos científicos novos e alta tecnologia, apresentando ao produtor novos termos, conceitos, equipamentos e tecnologias.

3.1 CONCEITO

Segundo Plant (2001), a Agricultura de Precisão ou manejo sítio-específico é o manejo de lavouras agrícolas ou pecuárias em uma escala espacial menor que aquela normalmente adotada para toda a lavoura. Este termo, como afirma Manzatto et. al. (1999), vem sendo utilizado no Brasil para designar o sistema de produção adotado por agricultores em outros países denominado de *Precision Agriculture, Precision Farming, Site-Specific Crop Management*.

Conceitualmente, Silva et. al. (2000) denominam de Agricultura de Precisão 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, tendo como objetivo a otimização da rentabilidade e a sustentabilidade das culturas, associadas à proteção do meio ambiente.

De acordo com o conceito encontrado em Brasil (2013), a AP tem várias formas de abordagem, mas o objetivo é sempre o mesmo – utilizar estratégias para resolver os problemas da desigualdade das lavouras e se possível tirar proveito dessas desigualdade. São práticas que podem ser desenvolvidas em diferentes níveis de complexidade e com diferentes objetivos. Hoje, especialmente no Brasil, as soluções existentes estão focadas na aplicação de fertilizantes e corretivos em taxa variável, porém não se deve perder de vista que AP é um sistema de gestão que considera a variabilidade espacial das lavouras em todos seus aspectos: produtividade, solo (características físicas, químicas, compactação etc.), infestação de ervas daninhas, doenças e pragas.

A agricultura de precisão é a tecnologia cujo objetivo consiste em aumentar a eficiência, com base no manejo diferenciado de áreas na agricultura. A agricultura de precisão não consiste simplesmente na habilidade em aplicar tratamentos que variam de local para local, porém, ela deve ser considerada com a habilidade em monitorar e acessar a atividade agrícola, precisamente em um nível local, tanto que as técnicas de agricultura de precisão devem ser compreendidas como uma forma de manejo sustentável, na qual as mudanças ocorrem sem prejuízos para as reservas naturais, ao mesmo tempo em que os danos ao meio ambiente são minimizados. Além de útil à agricultura de precisão, esta definição engloba a ideia de compromisso no uso da terra, relativamente às gerações futuras. Um manejo sustentável implica algo mais além da manutenção dos índices de produtividade (MANTOVANI et al, 1998, p. 57).

Considerando os dados obtidos em Brasil (2013), nota-se que a maior quantidade de dados implica em informação mais consistente e o consequente diagnóstico referente à variabilidade presente tenderá a ser mais acertado. Dessa forma, dados de produtividade expressos por mapas são fundamentais e a interpretação da variabilidade presente nas lavouras e evidenciados nos mapas de produtividade, implica em uma relação entre causas e efeito. A interpretação e explicação para os fatos é a tarefa mais complexa, em que devem ser identificados os fatores que podem estar causando as baixas produtividades onde elas se manifestarem. É nesse contexto que devem ser aplicados os conceitos agronômicos que hoje são conhecidos, porém, diferenciados para cada pequena porção da lavoura e esse não é um desafio simples.

Na visão de Miller e Supalla (1996), a agricultura de precisão é um termo aplicado a uma larga ordem de tópicos que se relacionam ao manejo preciso de unidades pequenas de terra em contraste com o manejo tradicional onde um campo inteiro é compreendido como uniforme. Esta oportunidade de se administrar pequenas áreas de terra individualmente ficou possível devido à disponibilidade de sistemas de posicionamento globais que podem ser usados para localização exata em terra de equipamentos e máquinas.

Em outro enfoque, Saraiva et. al. (2000) considera a AP um novo paradigma de gerenciamento agrícola que está alterando a forma de se praticar agricultura em todo o mundo. Já para Molin (2001), primeiramente a AP era vista apenas como um conjunto de ferramentas para o manejo localizado da lavoura. Posteriormente, este conceito se transformou numa visão mais sistêmica do conjunto de ações que a compõe, passando a ser, para este autor, 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, tendo basicamente como elemento chave, o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e dos fatores a ela relacionados.

A Agricultura de Precisão engloba o uso de tecnologias atuais para o manejo de solo, insumos e plantas, tendo como base as variações espaciais e temporais de fatores que afetam a produtividade das culturas. Essa nova filosofia de se fazer agricultura emprega tecnologias ligadas ao sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas (GIS) e o sistema de posicionamento global (GPS) (EMBRAPA, 1997).

Segundo Fatorgis (1998), a AP promete reverter o quadro atual permitindo a aplicação de insumos agrícolas nos locais corretos e nas quantidades requeridas. Já na visão de Roza (2000), a AP pode ser considerada uma filosofia de gerenciamento agrícola que parte de informações exatas, precisas e se completa com decisões exatas. É uma maneira de gerir um

campo produtivo metro ametro, levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes.

A busca por maiores produtividades com o uso de AP implica em estratégias mais elaboradas que normalmente estão associadas a aqueles usuários que investiram mais em dados e conhecimento e dispõem de mapas de produtividade. Em AP, atestar aumento de produtividade não é algo que se faz simplesmente comparando resultados de fechamento entre safras. No entanto, para aqueles que optam por fazer intervenções na fertilidade do solo, mesmo que apenas com base nas amostragens, é de se esperar que com a realocação dos insumos sejam diminuídos os desequilíbrios e num segundo momento a produtividade das culturas tende a melhorar.

Sobre esse aspecto, nas lavouras de grãos, em plantio direto, por exemplo, a opção pela economia de insumos, especialmente em anos em que os preços dos produtos estão baixos, parece ser uma boa seleção. Já um produtor de café, que trabalha com cultura de valor agregado significativamente maior, normalmente não deve focar redução de consumo de insumos e sim a busca pelo aumento de produtividade e qualidade do produto, dentro dos limites econômicos (BRASIL, 2013, p. 8).

Outro conceito importante é o de Focht et. al. (2004), que mostram a AP como 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. Assim, eles acreditam que ela é vista hoje, 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.

Agricultura de precisão, de acordo com as opiniões de Davis, Casady e Massey (1998), combina as novas tecnologias sustentando a era da informação com uma agricultura industrial madura, se apresentando como um sistema de manejo de produção integrado, que tenta igualar o tipo e a quantidade de insumos que entram na propriedade com as necessidades da cultura em pequenas áreas dentro de um campo da propriedade. Esta meta não é nova, mas novas tecnologias agora disponíveis permitem o conceito de agricultura de precisão ser percebido em uma produção prática.

Em relação ao princípio básico da Agricultura de Precisão, Coelho (2003) aponta o manejo da variabilidade dos solos e das culturas no espaço e no tempo. Assim, Deere (1999) indica que a implementação de técnicas de Agricultura de Precisão tem por meta o manejo dos diferentes fatores de produção, de modo georreferenciado, otimizando o uso de insumos, aumentando a renda dos agricultores e mantendo a qualidade do ambiente. Considerando estes enfoques, Blackmore (2002) define AP como o manejo da variabilidade dos fatores de produção agrícola visando aumentar o benefício econômico e reduzir o impacto no meio ambiente.

Neste sentido, Machado, Bernardi e Silva (2004) acreditam que as inovações tecnológicas têm surgido para possibilitar novas formas de medições das diferentes variáveis e numerosos equipamentos vêm sendo desenvolvidos para avaliar a extensão da variabilidade de determinada propriedade ou característica de solo ou da cultura. Entretanto, em sistemas agrícolas de baixo insumo, princípios da AP podem ser identificados, contudo, haver grande investimento financeiro.

Fechando os conceitos de AP, Werner (2007) diz que 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, Gomide (2001) mostra que, em geral, espera-se, como benefício, um incremento, proveniente do aumento de rendimento de produção e da redução de custos. Este autor aponta ainda como vantagem oferecida pelo sistema 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. Assim, na obtenção de informações, destaca-se a importância em quantificar adequadamente todos os custos e benefícios, advindos da aquisição de equipamentos e *softwares*, gerenciamento, serviços contratados, dentre outros.

Neste sentido, Werner (2007) acredita ser relevante que os benefícios sejam maiores ou, pelo menos, iguais aos custos. Em relação aos fatores externos, nos quais muitas vezes são de difícil quantificação, o autor destaca a preservação ambiental e a melhoria no sistema gerencial, que estão diretamente relacionados à utilização racional de fertilizantes, defensivos agrícolas e água de irrigação.

3.2 BENEFÍCIOS DA TECNOLOGIA NA AGRICULTURA

Nos apontamentos de Davis, Casady e Massey (1998) observa-se que, a agricultura de precisão foi frequentemente definida com base nas tecnologias que permitem que ela seja realizada como GPS (Sistema de Posicionamento Global) ou sistemas de taxa variável. Tão importantes quanto os dispositivos usados na agricultura de precisão, é perceber que a informação usada ou coletada é o ingrediente chave para o sucesso do sistema. O conceito de agricultura de precisão se distingue da agricultura tradicional por seu nível de manejo. Em vez de administrar uma área inteira como uma única unidade, o manejo é adaptado para pequenas áreas dentro de um campo.

Considerado o conceito de Brasil (2013), que afirma que a Agricultura de Precisão (AP) é definida como um sistema de gestão da lavoura que leva em conta a variabilidade espacial do campo para obter maior retorno econômico e causar menor impacto ao meio ambiente, nota-se que quanto maior a intensidade da variabilidade espacial da sua área, maior será o potencial de retorno econômico. As máquinas, nessa abordagem da Agricultura de Precisão, são ferramentas para alcançar esses objetivos.

De acordo com as observações de Juntolli (2013), é possível identificar que, com a globalização da economia e a competitividade dos produtos agrícolas, surgiu a necessidade de se obter produções em níveis cada vez maiores, e impõe à atividade agrícola novos métodos e técnicas de produção, aliados à eficiência e maior controle dos resultados obtidos no campo. Para que os agricultores brasileiros continuem competitivos neste mercado globalizado é necessário produzir cada vez mais com menor custo de produção.

Por outro lado, o autor apresenta que os mercados compradores estão cada vez mais exigentes com relação à segurança alimentar, rastreabilidade, respeito ao meio ambiente, sistemas de produção sustentáveis e energia renovável, além das barreiras sanitárias e fitossanitárias. Poucos países no mundo têm condições de dar esta resposta à crescente demanda para produção de alimentos. Os produtores, por outro lado, dada a globalização e margens de lucro mais apertadas, serão mais exigidos em termos de competitividade e sustentabilidade. Cada vez mais, os produtores brasileiros percebem que a tomada das decisões, tanto de gestores como de operadores, por sistemas inteligentes, é mais que uma tendência, pois é uma questão de sobrevivência e necessidade.

Neste sentido, Miranda (1999) dando uma posição mais defensiva quanto à agricultura de precisão menciona que ela envolve um complexo processo, cujo fundamento é o conhecimento espacial preciso da atividade agrícola, frequentemente baseado no uso de dados obtidos com auxílio de satélites.

Para Searcy (1997) a principal função e benefício observado na utilização da agricultura de precisão é identificar o solo e as características da produção que causam uma produção diferente para cada parte do campo, e aperfeiçoar as entradas de insumos dentro de porções pequenas do campo. A filosofia atrás da agricultura de precisão é aquela de que os insumos (semente, fertilizante, substâncias químicas, etc.) só deveriam ser aplicados conforme as necessidades e que estes sejam mais econômicos para produção.

Segundo Capelli (1999) agricultura de precisão apresenta como vantagem a possibilidade de melhorar o conhecimento do campo de produção, permitindo, desta forma a tomada de decisões melhor embasadas. Com isto tem-se uma maior capacidade e flexibilidade

para a distribuição dos insumos naqueles locais e no tempo em que são mais necessários, minimizando os custos de produção; a uniformidade na produtividade é alcançada pela correção dos fatores que contribuem para sua variabilidade obtendo-se, com isto, um aumento global da produtividade; a aplicação localizada dos insumos necessários para sustentar uma alta produtividade contribui com a preservação do meio ambiente, já que estes insumos são aplicados somente nos locais, quantidades e no tempo necessários.

Outro ponto que deve ser levantado neste tópico é, segundo Oliveira (2000), o fato de que, com o aumento da competitividade na agricultura e a diminuição das intervenções por parte do governo, 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.

Do ponto de vista financeiro, McGraw (1994), por meio de estudos de simulação, observou que, em 48 de 50 áreas de plantio de milho testadas, os ganhos oriundos do manejo georreferenciado da fertilidade do solo podem variar de 4,94 a 98,8 dólares por hectare.

De acordo com os estudos de Machado, Bernardi e Silva (2004), um dos fortes motivos para a adoção das técnicas de Agricultura de Precisão no manejo da fertilidade do solo e da nutrição das plantas reside nos altos custos de produção devido aos fertilizantes. Estes estudos foram conduzidos no estado de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso pela Embrapa Agropecuária Oeste e constataram que o item fertilizantes foi o que mais onerou o custo de produção da soja (variando de 15,9% em Dourados a 35% do custo total em Sorriso), milho da primeira safra (27,4 em Dourados a 34% do custo total em Primavera do Leste) e milho da segunda safra (23,5% em Sorriso a 27% do custo total em Dourados) e, para o trigo, o custo com fertilizantes foi o segundo que mais onerou correspondendo a 22,2% do custo total da produção em Dourados.

Por outro lado, Feiden (2001, p. 6) infere que a análise da atividade econômica, através do custo de produção, é um forte subsídio para a tomada de decisões na empresa agrícola. Como afirma este autor, 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.

Nesta mesma linha de pensamento, Fraisse e Faoro (1998) defendem que o fator mais importante na adoção de novas tecnologias, pelo produtor, é o econômico. Estes

autores 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 o clima. Neste sentido, a AP requer o uso intensivo de tecnologias de ponta, se fazendo necessário o estabelecimento de um programa de treinamento adequado de mão de obra e de disponibilidade de assistência técnica eficiente.

Atualmente, Juntolli (2013) indica que a agricultura moderna está relacionada à distribuição inadequados insumos agrícolas (calcário, semente, adubo, herbicida, inseticida) a um gestão da unidade produtiva deficiente, acarretando zonas de baixa produção agrícola dentro da mesma área cultivada. Com a utilização das ferramentas e tecnologias da Agricultura de Precisão é possível auxiliar o produtor a identificar qual o insumo deve ser aplicado e “como” fazê-lo, permite ainda identificar os locais específicos com diferentes potenciais de produtividade, podendo-se determinar ou não a aplicação, desde que seja econômica e tecnicamente viável. Dessa forma, o mercado aponta para a inovação e incorporação da tecnologia como uma ferramenta fundamental para a competitividade e sustentabilidade em resposta à produção crescente de alimentos.

A Agricultura de Precisão auxilia a melhoria da gestão da propriedade rural com o uso de sensores ópticos, adubação e semeadura a taxa variável em tempo real, piloto automático, tráfego controlado, plantio na mesma linha, aproveitando a adubação residual e permitindo a semeadura noturna. Essas ferramentas contribuem para tornar as práticas agropecuárias cada vez mais precisas e decisões acertadas para melhor gerenciamento da unidade produtiva.

Ainda sobre o aspecto de vantagens econômicas, Lowenberg-DeBoer (2000) afirma que a maioria dos estudos econômicos em AP, utilizando aplicações em taxas variáveis, mostra que existe uma clara relação entre o valor das culturas e a viabilidade prática do sistema. Ele acredita ainda 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. Assim, este autor acredita que 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.

De modo geral, Gentil e Ferreira (1999, p. 74) indicam como grandes benefícios para os usuários da agricultura de precisão:

- Redução do grave problema do risco da atividade agrícola;
- Redução dos custos da produção;
- Tomada de decisão rápida e certa;
- Controle de toda situação, pelo uso da informação;
- Maior produtividade da lavoura;
- Mais tempo livre para o administrador; e
- Melhoria do meio ambiente pelo menor uso de defensivo.

Resumidamente, Batchelor et al (1997, p. 25) agricultura de precisão ainda pode:

- Melhorar os rendimentos de colheita e lucros;
- Fornecer informações para tomar decisões de manejo mais embasadas;
- Prover registros de fazenda mais detalhados e úteis;
- Reduzir custos de fertilizante;
- Reduzir custos de praguicida; e
- Reduzir poluição.

Finalizando, Campo (2000, p. 39) atribui ainda à agricultura de precisão, benefícios como:

- Redução de quantidades de insumos;
- Redução dos custos de produção;
- Redução da contaminação ambiental; e
- Aumento no rendimento das culturas.

3.3 COMPARATIVO: AGRICULTURA DE PRECISÃO X TRADICIONAL

Neste capítulo, abordaremos a comparação dos custos variáveis na agricultura de precisão e na agricultura tradicional, seguido de análises dos dados, para verificar a viabilidade econômica da agricultura de precisão.

Para encontrar os custos e receitas, utilizamos dados de duas áreas distintas, uma está situada no município de Carmo do Rio Claro/MG e utiliza a agricultura de precisão, em uma área de 180 hectares(ha), denominada de GLEBA 01 para efeitos de comparação. A outra situada em Pratápolis/MG, utiliza o sistema de agricultura tradicional, em uma área de 71 hectares(ha), denominada de GLEBA 02. Desta forma, para melhor visualização e entendimento dos resultados, as receitas bem como os custos dispostos nos quadros a seguir referem-se a dados da safra 2012/13.

Os dados utilizados para os cálculos foram baseados no que foi disponibilizado pelos proprietários dos imóveis rurais. É importante destacar que o levantamento dos dados primou pela fidelidade a fim de se aproximar ao máximo da realidade.

Os dados coletados para realização desta pesquisa se deram através do preenchimento de uma planilha fornecida aos proprietários, na qual foi possível um levantamento de todos os custos variáveis do plantio à colheita, na cultura da soja, bem como o valor de venda das sacas, no ano safra 2012/13, para as duas áreas.

A receita de cada área depende do valor da saca de soja, que sofre oscilações diárias, e da produtividade por hectare. Desta forma dispomos no quadro abaixo, a produtividade nas duas áreas.

Quadro 1 Produtividade na cultura de soja na safra 2012/2013

Área	GLEBA 01	GLEBA 02
	Agricultura de precisão	Agricultura tradicional
Área	180 ha.	71 ha.
Valor por saca	R\$ 61,00	R\$ 61,00
Sacas por hectare	60	51
Receita por hectare	R\$ 3.660,00	R\$ 3.111,00
Total de sacas	10.800	3.621
Receita Total	R\$ 658.800,00	R\$ 220.881,00

Fonte: Proprietários das fazendas analisadas.

Na safra 2012/13, a produtividade¹ em saca por hectare da cultura da soja, utilizando a agricultura de precisão (60) foi 17,65% superior ao sistema de agricultura tradicional (51), apresentando uma produtividade muito próxima da safra anterior, de acordo com os proprietários.

Considera-se o sistema de Agricultura de Precisão uma ferramenta positiva, a qual vem contribuir para aumentar a produtividade, identificando e corrigindo as necessidades da terra de uma forma bem detalhada.

¹Segundo Sandroni (1999), “Produtividade é o resultado da divisão da produção física obtida numa unidade de tempo por um dos fatores empregados na produção.”

Contudo, é preciso saber se é viável para o produtor, introduzir a tecnologia da agricultura de precisão, em sua propriedade, e para isso, serão analisados a seguir, todos os dados referentes aos custos variáveis (insumos e operações).

Portanto, torna-se importante ressaltar que somente a aplicação da agricultura de precisão, não é o suficiente para uma safra rentável e de boa qualidade, depende muito de um plano de manejo com boas variedades, bem como, uma boa fertilidade do solo, entre outras condições que envolvem as fases do plantio à colheita, o que acarretará em resultados positivos.

No Quadro 2, os custos foram divididos em operações e insumos. O primeiro mostra os custos com amostragem de solo, tratores e implementos e colheitadeira, visto que para cada técnica de plantio é utilizado um tipo específico de operação. O segundo, mostra os custos com sementes, fertilizantes, herbicida e inseticida, adubação, corretivos para o solo (calcário e gesso) e fungicidas.

Nas operações agrícolas, os custos representados foram obtidos através do preço cobrado por hora trabalhada de uma máquina apta a realizar o serviço, tais como calagem, dessecação e pulverização, utilizando um trator com 80cv e seu respectivo implemento por um valor de R\$90,00/hora. Já no plantio foi utilizado uma máquina com 140cv a um preço de R\$140,00/hora. Estes valores foram multiplicados pelo coeficiente de rendimento da máquina por hectare.

Com base nas informações fornecidas, foram apurados os valores totais dos custos na safra 2012/13, demonstrados a seguir.

Quadro 2 Custos por hectare de insumos e operações da cultura de soja na safra 2012/13

Componentes de custo	GLEBA 01	GLEBA 02
	Agricultura de precisão 180 ha. (60sc/ha)	Agricultura tradicional 71 ha. (51sc/ha)
1. OPERAÇÕES		
Amostragem solo	30,00	8,91
Dessecação (2x)	70,00	18,00
Calagem	35,00	29,70
Gessagem	35,00	29,70
Combate a formiga (1x)	4,32	4,32
Tratamento de sementes	2,16	2,16
Plantio / adubação	140,00	140,00
Aplicação Herbicida	140,00	35,91
Controle Lagartas (2x)	70,00	63,00
Pulverização Fungicida (3x)	105,00	96,00
Colheita Mecânica	187,62	162,24
Transporte Interno	22,40	22,40
SUBTOTAL OPERAÇÕES	846,50	612,34
2. INSUMOS		
Análise solo		3,25
Sementes	3,43	3,52
Fungicida p/ semente	5,05	5,08
Inseticida sulco de plantio	36,25	38,15
Inseticida semente		
Calcário	71,00	71,00
Gesso agrícola		
Potássio	215,00	251,00
Inoculante Líquido	5,18	5,22
Herbicida dessecação (Glifosato)	47,10	47,80
Herbicida dessecação (Gramocil)		
Adubo formulado	285,00	445,10
Herbicida pós emergente (Glifosato)	47,10	47,80
Herbicida pós emergente (Cobra)	1,35	1,45
Herbicida pós emergente (Classic)	0,24	0,24
Herbicida pós emergente (Verdict)	3,88	3,92
Inseticida semente (Cropstar)	31,02	31,92
Inseticida lagarta (Certero)	3,81	3,92
Inseticida lagarta (Belt)	65,52	67,22
Inseticida Percevejo (Connect)	19,95	21,10
Inseticida percevejo (Acefato)	51,00	54,00
Fungicida Terrestre (Sphere Max)	82,49	83,50
Fungicida Terrestre (Fox+Aureo)	59,23	60,10
Penergetic K	40,50	
Penergetic P	40,50	
Formicida	1,84	1,95
SUBTOTAL INSUMOS	1.116,44	1.247,24
Total Operações + Insumos	1.962,94	1.859,58

Fonte: Proprietários das fazendas analisadas.

Observando-se ainda o Quadro 2, nota-se que os custos totais dos insumos utilizados com a agricultura de precisão são mais baixos quando comparados à agricultura tradicional. Isso porque, com as aplicações utilizando a tecnologia orientada por GPS os insumos são aplicados onde de fato se faz necessário e não indiscriminadamente em toda a

extensão da área cultivada, como tradicionalmente é feito, e também evitando aplicações em duplicidade.

Analisando os dados coletados nas duas propriedades rurais, notamos que os custos com insumos e operações, utilizando a agricultura de precisão (R\$1.962,94), tem um acréscimo de 5,56% quando comprado com a agricultura tradicional (R\$1.859,58). Este adicional no custo significa que a agricultura de precisão deverá ter, no mínimo, uma produtividade acima de 5,56% além da alcançada com a agricultura tradicional.

Portanto, como o acréscimo na produtividade foi de 17,65%, podemos afirmar que nesta comparação foi viável adotar a técnica de produção da agricultura de precisão. É importante destacar também o custo por saca produzida, apesar dos custos analisados (insumos + operações) serem maiores, quando se utiliza a agricultura de precisão, conforme demonstrado no quadro abaixo.

Quadro 3 Custos por saca de soja produzida na safra 2012/2013

	GLEBA 01 Agricultura de precisão	GLEBA 02 Agricultura tradicional
Sacas produzidas	10.800	3.621
Custo total	R\$ 353.329,20	R\$ 132.030,18
Custo por saca	R\$ 32,72	R\$ 36,46

Fonte: Proprietários das fazendas analisadas.

Para obter o custo da saca produzida em cada sistema de produção, dividimos o total dos custos analisados pela produtividade alcançada na safra 2012/13. Verificamos então um custo por saca 11,45% menor para a agricultura de precisão (R\$32,72), quando comparado com o sistema de agricultura tradicional (R\$36,46). Isso mostra novamente que a agricultura de precisão é um sistema de produção viável e com uma boa vantagem em relação ao sistema tradicional.

É de grande importância lembrar que, não foram considerados os custos fixos pelo fato de não sofrerem a influência do sistema de produção proposto na pesquisa. No entanto, grandes investimentos podem ser feitos e muitos equipamentos podem ser adquiridos para o uso da agricultura de precisão, podendo não ser rentável inicialmente. No entanto, no longo prazo, a área cultivada será cada vez mais homogênea e otimizada, retornando o lucro do investimento inicial.

Vale lembrar ainda, que não foram computados os investimentos com máquinas para o sistema de agricultura de precisão, porém o custo do serviço terceirizado foi incluído nos dados levantados.

CONCLUSÃO

Atualmente os conceitos da agricultura de precisão são as ferramentas mais modernas disponíveis para a melhoria dos processos de produção agrícola e que cada vez mais se consolida nas atividades agrícolas do Brasil.

Inicialmente os altos custos de investimento e a capacitação necessária se torna uma grande barreira para a utilização deste sistema. Sua utilização é mais difundida entre os prestadores de serviços na aplicação dos insumos. Em compensação, o mercado está em uma rápida evolução tecnológica e buscando cada vez mais a redução dos custos, que garantirá a viabilidade técnica e econômica do sistema.

A partir de uma análise comparativa entre dois levantamentos feitos nos municípios de Carmo do Rio Claro/MG e Pratápolis/MG, foi possível analisar a viabilidade econômica de implantação do sistema de agricultura de precisão, percebendo um aumento na produtividade, um menor custo por saca produzida e, portanto, uma maior margem de lucro. Foi possível detectar que:

- A produção de soja utilizando a agricultura de precisão foi possível verificar uma produção de 60 sacas por hectare, sendo esta 17,65% maior que a produção encontrada quando se utilizou a agricultura tradicional, que obteve 51 sacas por hectare;

- O custo com insumos e operações para agricultura tradicional foi 5,56% maior que o custo encontrado para agricultura de precisão;

- O custo por saca na agricultura de precisão foi de R\$32,72, ou seja, foi 11,45% menor que a agricultura tradicional, que teve o custo por saca encontrado de R\$36,46.

Um fato com enorme relevância neste trabalho é que o correto seria comparar dois locais próximos, sob as mesmas condições climáticas e históricos parecidos, o que não foi possível. Diante disso vale a pena ressaltar que a comparação deve ser vista com cautela.

A agricultura de precisão ainda não teve sua evolução estabilizada, mas está em um rápido desenvolvimento, buscando cada vez mais condições para obter uma precisa coleta de dados da lavoura, visando otimizar os insumos e aumentar cada vez mais a produtividade.

Esta prática ainda tem uma enorme área para expansão dentro da agricultura brasileira, possibilitando ao país se manter entre um dos maiores produtores de grãos do mundo, aumentando a produtividade das áreas já cultivadas.

REFERÊNCIAS

- ABIOVE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. *Coordenadoria de economia e estatística*. Março 2011. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/balanco_br.html>. Acesso em: 22ago. 2013.
- AIUB, George Wilson. *Economia para administração*. Apostila. Disponível em: <http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Apostila_Economia_I.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2013.
- ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. *Defesa vegetal*. Fev.2006. p.3
- ANTUNES, L. M.; REIS, L. R. *Gerência agropecuária: análise de resultados*. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- BARBOSA, F. H. *Microeconomia: teoria, modelos econométricos e aplicações à economia brasileira*. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1985.
- BARROS, J.R. de et alA *agriculturae o custo Brasil*. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, n.6,p.3-4, jan./fev./mar. 1997.
- BATCHELOR, B.et al*Precision agriculture: introduction to precisionagriculture*. Iowa Cooperative Extension, 1997. 4p. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/Pages/precisionag/prec-ag.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2013.
- BINGER, B. R.; HOFFMAN, E. *Microeconomics with calculus*. 2.ed. New York: Addison-Wesley Educational Publishers Inc., 1998.
- BLACKMORE, S. *Precision farming: a dynamic process*. In: INTERNATIONAL CONFERENCEON PRECISION AGRICULTURE, 6., 2002. Minneapolis. Proceedings... Madison: ASA: CSSA: SSSA, 2002.
- BRASIL. MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Brasil: produção de grãos*. Jan. 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gob.br/pls/portal/docs/page/MAPA/estatisticas/culturas/2.1.a.xls.>>. Acesso em: 18 ago. 2013.
- _____. *Agricultura de precisão*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília:Mapa/ACS, 2013.
- CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. *O agronegócio das plantas oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona*. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2006.

CAMPO, P. do. *Agricultura de precisão: inovações do campo*. Piracicaba. 2000b. Disponível em: <http://www1.portaldocampo.com.br/inovacoes/agric_precisao03.htm>. Acesso em: 25ago. 2013.

CANZIANI, J. R. F. *Administração rural: gestão de agronegócios*. 1998. 223f. Monografia (Especialização em Agronegócios). Erechim: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 1998.

CAPELLI, N.L. *Agricultura de precisão: novas tecnologias para o processo produtivo*. LIE/DMAQAG/FEAGRI/UNICAMP, 1999. Disponível em: <<http://wwwbases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/capelli.doc>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

CARRERA-FERNANDEZ, José. *Curso básico de microeconomia*. Salvador: EDUFBA, 2009.

CHAMBERS, R. G. *Applied production analysis: a dual approach*. New York, Cambridge University Press, 1988.

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: Manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos das culturas. *Tópicos em Ciência do Solo*, Viçosa, v. 3, p. 249-290. 2003.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Soja*. 2009. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/3graos_08.09.pdf>. Acesso em: 19ago. 2009.

_____. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento*, Brasília: Conab, jul. 2012.

_____. *Central de informações agropecuárias*. dez. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

CONTINI, E. *Dinamismo do agronegócio brasileiro*. set. 2007. Disponível em: <<http://www.agroline.com.br/artigos/artigo.php?id=22>>. Acesso em: 18 ago. 2013.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. *Química Nova*, v. 23, p. 4, 2000.

DAVIS, G.; CASADY, W.; MASSEY, R. Precision agriculture: An introduction. *Water quality*. University of Missouri-System, 1998. p.8. Disponível em: <<http://www.fse.missouri.edu/mpac/pubs/wq0450.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

DEERE, J. *The precision-farming guide for agriculturists*. Moline: John Deere Publishing, 1999.

EMBRAPA. *Tecnologia em mecanização no Brasil: equipamentos e sistemas para o futuro*. In: *SEMINÁRIO TEMÁTICO PARA PROSPECÇÃO DE DEMANDAS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL*, 1997, Sete Lagoas. Anais... Disponível em: <<http://www.bases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/seminario.doc>>. Acesso em: 25ago. 2013.

_____. *Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01*. Embrapa Soja. Londrina: Embrapa Soja/Fundação MT, 2000.

_____. *Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2004: a soja no Brasil*. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 17 ago. 2013.

_____. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. *Soja na alimentação*. 2006. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23>. Acesso em: 18 ago. 2013.

_____. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. *Soja na alimentação*. 2008. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=22&cod_pai=16>. Acesso em: 18 ago. 2013.

_____. *Soja*. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=22&>. Acesso em: 17 ago. 2013.

FATORGIS. *Agricultura de precisão: a tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas*. Curitiba, 1998. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

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

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

FOCHT, D. et al *Benefícios agronômicos, 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*. Curitiba, v. 21, nov./dez./jan, 1997-8

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. *A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola*. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v.7, n.12, Goiânia, 2011.

GARÓFALO, Gilson de Lima; CARVALHO, LuizCarlos P. *Análise microeconômica*. São Paulo: Atlas, 1980.

GAZZIERO, D. L. P. As plantas daninhas e soja resistente ao *glyphosate* no Brasil. In: *Seminário - Taller Ibero americano - Resistência A Herbicidas Y Cultivos Transgênicos*, Colonia del Sacramento. Ponencias. La Estanzuela: INIA, 2005. CD-ROM.

GENTIL, L.V.; FERREIRA, S.M. Agricultura de precisão: prepare-se para o futuro, mas com os pés no chão. *Revista AGranja*, Porto Alegre, n 610, 1999, p. 12-17.

GOMILDE, R. L. *Viabilidade econômica do uso de agricultura de precisão em plantio direto*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 2001. Foz do Iguaçu. Palestras... Foz do Iguaçu: CONBEA, 2001.

HASSE, G. *O Brasil da soja: abrindo fronteiras, semeando cidades*. Porto Alegre: L&PM, 1996.

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

JUNTOLLI, Fabrício Vieira. *AP no Brasil*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2013, p. 34-36.

KIIHL, R. A. S.; GARCIA, A. *The use of the long-juvenile train in breeding soybean cultivars*. In: World Soybean Reserach Conference, 4., p. 994-1000, 1989.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro. Londrina: *Embrapa Soja*, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

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

MACHADO, Pedro Luiz Oliveira de Almeida; BERNARDI, Alberto Carlos de Campos; SILVA, Carlos Alberto. *Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

MANTOVANI, E.C.; QUEIROZ, D.M.; DIAS, G.P. Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão. In: SILVA, F. M. da. (coord.). *Mecanização e agricultura de precisão*. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p.109-157.

MANZATTO, C. V. et al *Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa solos*. 1999. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj01/proj01.html>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

MCGRAW, T. Soil test level variability in Southern Minnesota. *Better Crops with Plant Food*, Norcross, v.78, n.4, p. 24-25, 1994.

MEDEIROS, Daniel. *As super safras e a ponte verde*. Artigo de 17 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2013/agosto/3a-semana/as-supersafras-e-a-ponte-verde#>>. Acesso em: 19 ago. 2013.

MENDES, J. T. G. *Economia agrícola: princípios básicos e aplicações*. Curitiba: Scientia et Labor, 1989.

MENEGATTI, Ana Laura Angeli. *Custo de produção para soja convencional e transgênica a luz das metodologias utilizadas pelos órgãos públicos no Brasil e nos Estados Unidos: um estudo para o estado do Mato Grosso do Sul*. Dissertação (Mestrado). Economia Aplicada. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006.

MILLER, W.; SUPALLA, R. *Precision farming in Nebraska: a status report*, 1996. Disponível em: <<http://ianrwww.unl.edu/pubs/farmmgmt/nf305.htm>>. Acesso em: 25ago.2013.

MIRANDA, E.E. de. *Informática brasileira em análise. Quem precisa da agricultura de precisão?*. *Informática Brasileira em Análise*. EMBRAPA Monitoramento por Satélite. Disponível em: <http://www.cesar.org.br/analise/n_20/artigon_20.html>. Acesso em: 25 ago. 2013.

MOLIN, J. P. *Agricultura de precisão: o gerenciamento da variabilidade*. Piracicaba: 2001.83.p.

NICHOLSON, W. *Microeconomic theory: basic principles and extensions*. 8 ed. Ontário: Thonson Learning, 2001.

Mato Grosso seguirá líder nacional na oferta de grãos. *O Diário de Cuiabá*. In: AVICULTURA INDUSTRIAL. *Insumos*. 19 ago. 2013. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/mato-grosso-seguira-lider-nacional-na-oferta-de-graos/20130819085457_C_026>. Acesso em: 19 ago. 2013.

OLIVEIRA, M. D. M. *Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota*. 2000. 150f. Dissertação de Mestrado. Agronomia. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000.

PEIXOTO, A. R. *Plantas oleaginosas herbáceas*. São Paulo: Nobel, 1972.

PINHO, D.; VASCONCELLOS, M. *Manual de economia*. São Paulo: Saraiva, 1998.

PLANT, R. E. Site - specific management: the application of information technology to crop production. *Computers and Electronics in Agriculture*, Amsterdam, v. 30, n.1, p. 9-29. 2001.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. *Guia de herbicidas*. 5.ed. Londrina: IAPAR, 2005.

ROESSING, A.C.; GUEDES, L.C.A. *Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central*. In: *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: POTAFOS, 1993.

ROSSETI, José Paschoal. *Introdução à economia*. 17 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

ROZA, D. Novidade no campo: geotecnologias renovam agricultura. *Revista InfoGEO*, n. 11, jan./fev., 2000. Disponível em: <http://www.infogeo.com.br/Revista/materia_11.htm>. Acesso em: 25 ago. 2013.

SANTOS, G. J. et al *Administração de custos na agropecuária*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, J. A. dos. *Estrutura de custo de produção de mamona: estudo de caso na região de Irecê-BA*. Dissertação de Mestrado. Gestão de Agronegócio. Piracicaba: USP/ESALQ, 2009.

SARAIVA, A. M. et al *Aplicação em taxa variável de fertilizantes e sementes*. In. In. BORÉM, A. et. al. (org.). *Agricultura de precisão*. Viçosa: UFV, 2000, p. 109-145.

SARAIVA, Antônio. *Microeconomia II*. Compêndio. Instituto Superior de Contabilidade e Administração. Instituto Politécnico do Porto. Disponível em: <www.iscap.ipp.pt/~asaraiva>. Acesso em: 27 ago. 2013.

SEARCY, S. W. *Precision farming: a new approach to crop management*. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System, 1997. p. 4. Disponível em: <<http://agpublications.tamu.edu/pubs/engine/15177.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

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

SILVA, A. A. et al *Tópicos em manejo integrado de plantas daninhas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

SILVA, A. F. et al Período anterior à interferência na cultura da soja-rr em condições de baixa, média e alta infestação. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

STÜLP, V.J.; PLÁ, J.A. *Estudo do setor agroindustrial da soja*. Porto Alegre: UFRGS, 1992.

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

TSCHIEDEL, Mauro; FERREIRA, Mauro Fernando. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.1, p.159-163, 2002.

USDA. United States Department of Agriculture. *Production, supply and distribution online*. Mar. 2011. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: 21 ago. 2013.

VENCATO, A. Z. et al Anuário brasileiro da soja 2010. *Gazeta Santa Cruz*, p. 144, Santa Cruz do Sul, 2010.

WERNER, Valmir. *Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria-RS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Mecanização Agrícola. Santa Maria-RS: UFSM, 2007.

ANEXOS

ANEXO A – AMOSTRAGEM DE SOLO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO

Devido a variabilidade do solo no campo, fator este que influencia diretamente as culturas. Cria-se uma rede de pontos georreferenciado, chamada de “grid”, distribuídos regularmente no talhão definido para coleta. É feita uma subdivisão em grade de células, podendo variar entre um ou mais hectares, representados pelas figuras abaixo:



Figura 1 – Quadriciclo equipado com GPS e broca para perfurar e coletar amostras do solo.



Figura 2 – GPS do quadriciclo, com a delimitação da área e os pontos a serem coletados.



Figura 3 – Broca equipada no quadriciclo, perfurando o solo para obtenção das amostras.



Figura 4 – Amostra coletada sendo armazenada para análise.

ANEXO B – MAPAS PARA CORREÇÃO DO SOLO

Com base nas análises do solo, coletadas utilizando o sistema acima exibido, cria-se os mapas para correção da área delimitada. Abaixo dois exemplos de mapas ou “grid”, para correção de calcário e cloreto.

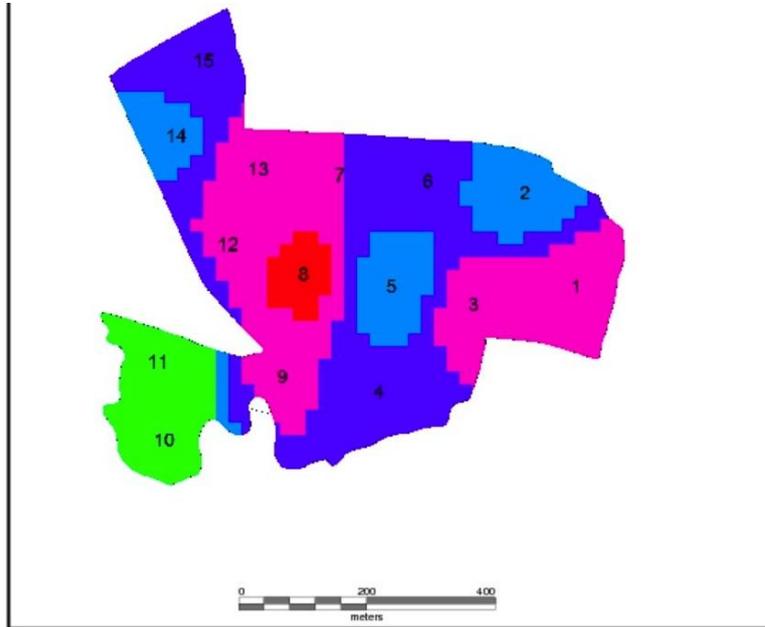


Figura 5 – Mapa e legenda para correção de calcário, utilizando a taxa variável.

Cliente:
Fazenda:
Talhão: Gleba 2
Nome: gleba 02 calcario
Área: 33,03 ha
Data: 16/08/2013
Min: 1600 kg/ha
Máximo: 3400 kg/ha
Média: 2580 kg/ha

3200 - 3400 kg/ha
2800 - 3199 kg/ha
2400 - 2799 kg/ha
2000 - 2399 kg/ha
1600 - 1999 kg/ha
Abaixo 1600 kg/ha

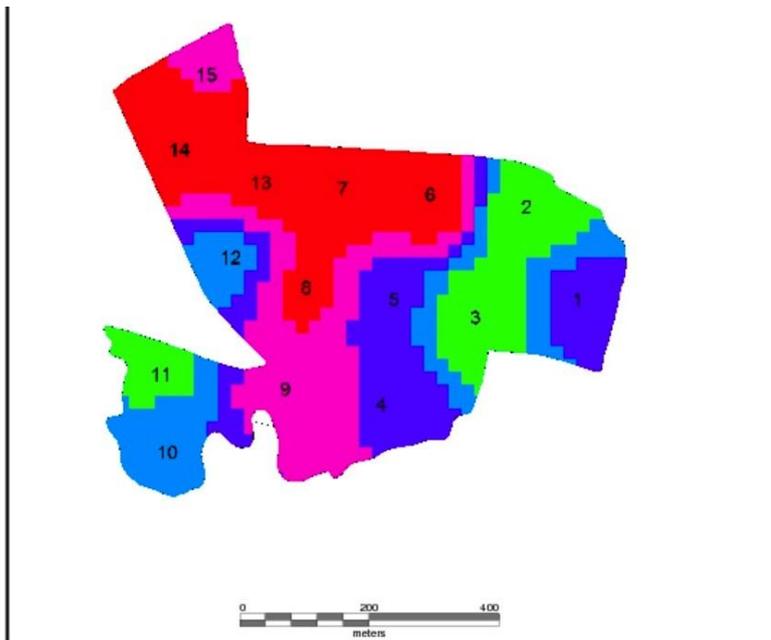


Figura 6 – Mapa e legenda para correção de cloreto, utilizando a taxa variável.

Cliente:
Fazenda:
Talhão: Gleba 2
Nome: gleba 02 cloreto
Área: 33,03 ha
Data: 16/08/2013
Min: 33 kg/ha
Máximo: 280 kg/ha
Média: 176 kg/ha

233 - 280 kg/ha
183 - 232 kg/ha
133 - 182 kg/ha
83 - 132 kg/ha
33 - 82 kg/ha
Abaixo 33 kg/ha

ANEXO C – CORREÇÃO DO SOLO EM TAXA VARIÁVEL

De acordo com as análises, e possuindo o mapa ou “grid” pronto, utiliza-se um trator equipado com um sistema de GPS rebocando um distribuidor capaz de se regular automaticamente, conforme a coordenada geográfica e a quantidade definida pelo mapa. Assim é feita a distribuição dos insumos necessários para correção do solo.



Figura 7 – GPS com o “grid” contendo todas as informações necessárias para distribuir os insumos no solo.



Figura 8 – GPS em utilização na distribuição de insumos com taxa variável. Na tela superior, a parte mais clara identifica a área já distribuída e a parte escura, a que ainda será distribuída.



Figura 9 – Carreta de distribuição em taxa variável sendo carregada de cloreto.



Figura 10 – Distribuição de calcário em taxa variável.