

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA
SEMEADURA DA CULTURA DE SOJA UTILIZANDO
TAXA VARIÁVEL DE FERTILIZANTE NA LINHA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Guilherme Jost Beras

Santa Maria, RS, Brasil

2014

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA SEMEADURA DA CULTURA DE SOJA UTILIZANDO TAXA VARIÁVEL DE FERTILIZANTE NA LINHA

Guilherme Jost Beras

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Área de Concentração em Tecnologias em Agricultura de Precisão, do Colégio Politécnico da Universidade Federal e Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão.**

Orientador: Dr. Eng. Agrônomo Alexandre Russini

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Beras, Guilherme
ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA SEMEADURA DA
CULTURA DE SOJA UTILIZANDO TAXA VARIÁVEL DE FERTILIZANTE
NA LINHA / Guilherme Beras.-2014.
70 p.; 30cm

Orientador: Alexandre Russini
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura de Precisão, RS, 2014

1. Agricultura de Precisão 2. Custos 3. Retorno do
Investimento 4. Taxa Variável I. Russini, Alexandre II.
Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Guilherme Jost Beras. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.
E-mail: guilhermeberas@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Colégio Politécnico da UFSM
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA SEMEADURA DA
CULTURA DE SOJA UTILIZANDO TAXA VARIÁVEL DE
FERTILIZANTE NA LINHA**

elaborada por
Guilherme Jost Beras

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agricultura de Precisão

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alexandre Russini (UNIPAMPA)
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Antônio Luis Santi (UFSM)
(Examinador)

Prof. Dr. Ulisses Giacomini Frantz (UNIPAMPA)
(Examinador)

Santa Maria, 30 de Julho de 2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha noiva Rubia e aos meus pais Rubens e Ivete que sempre me apoiaram e incentivaram incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde e pelas oportunidades que me foram concedidas.

A minha noiva, Rubia Simon Bubolz; pais, Ivete Jost Beras e Rubens César Luiz Beras; às minhas irmãs Ana Letícia e Julia pelo apoio e incentivo durante a execução deste trabalho.

A Universidade Federal de Santa Maria, pela grande oportunidade de fazer parte deste seleto e renomado Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão bem como pela oportunidade de conviver e aprender com os professores responsáveis por cada uma das disciplinas.

Ao meu orientador, Alexandre Russini que esteve presente, com grande dedicação sempre que necessitei de auxílio e apoio durante e elaboração deste trabalho.

À Coordenação e Colegiado de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão da Universidade Federal de Santa Maria.

Aos colegas e amigos da John Deere Brasil, do Programa de Pós-Graduação e de outras instituições, Fabio Fernandes, Claudir Goehl, Marçal Dornelles, Alex Johann, Marcio Barato, Benhur Lopes da Luz, pela amizade e companheirismo durante este tempo que convivemos e estudamos juntos.

Aos proprietários da área estudada e à equipe de testes de semeadoras da John Deere, Patrícia Jatki e Rodrigo Bender, pelo auxílio e atenção durante o desenvolvimento do experimento, o qual foi chave para o sucesso deste trabalho expresso minha inestimável gratidão.

O autor

“Torna-te aquilo que és.”

(Friederich Nietzsche)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão
Universidade Federal de Santa Maria

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA SEMEADURA DA CULTURA DE SOJA UTILIZANDO TAXA VARIÁVEL DE FERTILIZANTE NA LINHA

AUTOR: GUILHERME JOST BERAS
ORIENTADOR: ALEXANDRE RUSSINI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de Julho de 2014

Visando aumentar sua lucratividade, produtores têm constantemente buscado maneiras de melhorar a utilização de seus recursos. A introdução de tecnologias e práticas de Agricultura de Precisão tem mostrado bons resultados na diminuição dos custos de produção. Neste contexto, o presente trabalho apresenta uma análise de viabilidade econômica comparando uma semeadura de soja realizada à taxa fixa de fertilizante formulado na linha com uma semeadura de soja feita à taxa variável deste mesmo insumo também na linha. Os principais objetivos do estudo foram verificar os custos fixos e variáveis envolvidos desde a semeadura até a comercialização do produto, determinar o lucro obtido com cada um dos tratamentos analisados bem como calcular a área necessária para o retorno do investimento relacionado à aquisição de um *kit* para semeadura em taxa variável de fertilizante. Durante o desenvolvimento do estudo foram feitas as operações de semeadura e colheita utilizando-se sistema de piloto automático no trator e colhedora a fim de garantir a precisão e paralelismo das repetições. Foi utilizada uma área de 10,54 hectares (ha) na cidade de Nova Mutum – MT, dividida em 10 parcelas, sendo 5 para cada tratamento. Da análise dos resultados obtidos com o estudo, concluiu-se que a realização da semeadura à taxa variável teve um custo R\$6,29 ha⁻¹ (0,4%) menor em relação à semeadura à taxa fixa de fertilizante, que o lucro apresentado pela semeadura à taxa variável foi R\$101,52 ha⁻¹ (7,2%) maior do que o lucro obtido com a semeadura à taxa fixa de fertilizante e que os resultados calculados demonstram que a área a ser semeada para o retorno do investimento do *kit* de taxa variável de fertilizantes é de 122 ha, demonstrando a viabilidade do mesmo na condição analisada.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, Custos, Retorno do Investimento, Taxa Variável.

ABSTRACT

Master Degree Dissertation
Post-Graduation Program in Precision Agriculture
Federal University of Santa Maria

ECONOMIC VIABILITY ANALYSIS OF THE SOYBEAN CROP SEEDING USING FERTILIZER VARIABLE RATE IN THE FURROW

AUTHOR: GUILHERME JOST BERAS

ADVISER: ALEXANDRE RUSSINI

Date and Place of Defense: Santa Maria, July 31st, 2014

In order to increase their profitability, producers have constantly looked for ways to improve resources usage. The introduction of technologies and Precision Agriculture methods has demonstrated good results in the production costs reduction. With this background this dissertation presents an economic viability analysis comparing the soybeans seeding made with fertilizer fixed rate in the furrow with the soybeans seeding with fertilizer variable rate in the furrow. The main purposes of this study were to check the fixed and variable costs involved since the soybeans seeding until its commercialization, determine the profit gathered in each scenario and finally, calculate the area required to pay the investment associated to the fertilizer variable rate kit acquisition. During the study execution, the seeding and harvesting operations were made with automatic pilot system installed in the tractor and the combine in order to guarantee the parallelism between the repetitions. It was used an area of 10,54 ha in the city of Nova Mutum – MT, divided in ten parts, being five to each scenario. With the results analysis, it was concluded that the seeding with fertilizer variable rate had a cost of R\$6,29 ha⁻¹ (0,4%) lower than the seeding with fertilizer fixed rate and the profit found on the seeding with fertilizer variable rate was R\$101,52 ha⁻¹ (7,2%) higher than the other treatment. The payback for the fertilizer variable rate kit acquisition is gotten after seeding 122 ha, demonstrating its viability in the studied conditions.

Key works: Precision Agriculture, Costs, Return of investment, Variable Rate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Principais componentes de uma semeadora adubadora.	26
Figura 2	– Dosador de sementes com disco perfurado.	27
Figura 3	– Montagem do dosador com disco perfurado.	28
Figura 4	– Dosador de sementes pneumático.	28
Figura 5	– Dosador de fertilizante do tipo helicoidal.	29
Figura 6	– Sistema de taxa variável de sementes e fertilizante montado em semeadora.	29
Figura 7	– Localização do Município de Nova Mutum.	35
Figura 8	– Localização da Área Experimental.	35
Figura 9	– Semeadora Adubadora 2117 CCS John Deere utilizada no experimento.	36
Figura 10	– Embreagem para desligamento de linhas RowCommand™.	37
Figura 11	– Colhedora 9770 STS e Plataforma 640FD.	37
Figura 12	– Antena StarFire™ 3000 (A) e Monitor GreenStart™ 3 2600 (B).	38
Figura 13	– Níveis dos nutrientes do solo na área experimental.	39
Figura 14	– Mapa de aplicação de fertilizante (kg ha^{-1}).	41
Figura 15	– Esquema da realização da semeadura a taxa fixa e variável.	43
Figura 16	– Esquema da semeadura sobreposto ao mapa de aplicação de fertilizante.	44
Figura 17	– Colheita das parcelas semeadas com taxa fixa de fertilizante.	45
Figura 18	– Monitor de colheita durante a geração do mapa de produtividade das parcelas com taxa variável de fertilizante.	46
Figura 19	– Mapa de produtividade da área experimental.	47
Figura 20	– Linhas de soja não colhidas entre tratamentos.	47
Figura 21	– Depreciação do maquinário na semeadura dos tratamentos.	53
Figura 22	– Custos fixos associados a semeadura dos tratamentos a TV e TF.	55
Figura 23	– Custos variáveis associados a semeadura dos tratamentos a TV e TF.	58
Figura 24	– Produtividade média dos das parcelas colhidas (kg ha^{-1}).	59
Figura 25	– Lucro dos tratamentos estudados.	61
Figura 26	– Lucro em relação a quantidade de hectares semeados a taxa variável de fertilizante.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Depreciação das máquinas utilizadas no estudo.....	52
Tabela 2	– Custos fixos calculados para os dois tratamentos.....	54
Tabela 3	– Quantidade de fertilizante aplicado para cada taxa em cada repetição o tratamento à taxa variável de fertilizante.	56
Tabela 4	– Custos fixos por ha ⁻¹ calculados para os dois tratamentos.....	56
Tabela 5	– Resultados da colheita dos tratamentos analisados.....	58
Tabela 6	– Lucro dos tratamentos analisados.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMS	– <i>Agriculture Management Solutions</i>
AP	– Agricultura de Precisão
Ca	– Cálcio
CCS	– Caixa central de sementes
CTC	– Capacidade de troca de cátions
CV	– Cavalo capor
ESALQ	– Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”
GIS	– Sistema de informações geográficas
GPS	– Sistema de posicionamento global
H	– Hora
ha	– Hectare
ISOBUS	– Rede eletrônica de protocolo universal
K	– Potássio
Mg	– Magnésio
MO	– Matéria orgânica
MT	– Mato Grosso
P	– Fósforo
RS	– Rio Grande do Sul
RTK	– Posicionamento cinemático em tempo real
S	– Enxofre
SA	– <i>Selective available</i>
SIG	– Sistemas de informações geográficas
TDA	– Tração dianteira auxiliar
TF	– Taxa fixa de fertilizante
TV	– Taxa variável de fertilizante

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Hipóteses	15
1.2 Objetivo Geral.....	15
1.3 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Fertilidade dos Solos	16
2.1.1 Variabilidade espacial da fertilidade de solo.....	16
2.1.2 Verificação da Fertilidade do Solo.....	17
2.2 Agricultura de precisão	18
2.2.1 Amostragem de dados em Agricultura de Precisão.....	20
2.2.2 Posicionamento e gerenciamento das informações	20
2.2.3 A agricultura de precisão no Brasil.....	22
2.3 Adubação a taxa variável.....	23
2.4 Semeadoras	25
2.5 Custos de Produção.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Área do estudo	33
3.2 Máquinas e equipamentos utilizados	35
3.3 Análises de Solo e Mapas de Fertilidade	38
3.4 Mapas de Aplicação e Produtividade	40
3.5 Semeadura	43
3.6 Aplicação de insumos fitossanitários	44
3.7 Colheita	45
3.8 Análise de custos e viabilidade econômica.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 Custos	52
4.1.1 Custos Fixos.....	52
4.1.2 Custos Variáveis.....	55
4.2 Produtividade e receita	58
4.3 Lucro	60
4.4 Viabilidade Econômica e <i>Payback</i>	61
5 CONCLUSÕES	64
6 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	65
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 INTRODUÇÃO

A busca pelo aumento da lucratividade das lavouras ao redor do mundo tem feito com que produtores busquem cada vez mais formas de aperfeiçoar a utilização de recursos, potencializando sua utilização de forma a aumentar a sua competitividade diante da acirrada e constante globalização da economia.

O aumento da área semeada tem sido por muitos anos a maneira encontrada para maximizar os lucros, entretanto, desde a década de 1990, o Brasil tem vivenciado um momento onde a agricultura de precisão (AP) tem sido explorada e desenvolvida com o objetivo de reduzir custos e melhorar a utilização de recursos.

A AP consiste em um conjunto de técnicas que buscam o gerenciamento localizado e detalhado de insumos, do solo e conseqüentemente das culturas. Esse conjunto de tecnologias e técnicas busca suportar e apoiar a tomada de decisão no processo produtivo reduzindo custos e potencializando resultados nas propriedades agrícolas.

Se num primeiro momento, as ações relacionadas à AP buscaram desenvolver sensores, representado fortemente pelo uso e adaptação do *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global (GPS) para as atividades agrícolas, atualmente a maioria dos fabricantes de máquinas agrícolas já introduziram às suas máquinas uma série de equipamentos que suportam as técnicas de AP.

Em propriedades onde não se possui um histórico de mapas de colheita, um dos primeiros passos da AP é o mapeamento dos atributos do solo, uma vez que este tem correlação considerável com a produtividade das lavouras. O mapeamento destes atributos pode ser realizado através de análises de solo realizadas seguindo-se uma metodologia de divisão espacial da área analisada em pontos de análise geralmente equidistantes dispostos de maneira a gerar uma malha.

A variabilidade existente no solo é resultado da interação de diversos fatores tais como relevo, material de origem e também da relação/ação do homem nestas áreas principalmente através da prática agrícola. A utilização de fertilizantes pode ao longo do tempo promover uma maior heterogeneidade química do solo, entretanto, a

utilização das lavouras para a agricultura, mesmo que buscando promover esse maior equilíbrio, acaba também por promover uma maior variabilidade.

O objetivo de todo produtor é extrair o melhor resultado possível de sua lavoura de forma sustentável, sendo que as práticas de AP buscam suportar os mesmos em direção a este objetivo, ajudando a identificar quais são as regiões com potencial de incremento de produtividade bem como quais são as áreas passíveis de retorno econômico inferior, devido ao baixo potencial produtivo e algumas vezes impossibilidade de superação produtiva devido à baixa fertilidade do solo.

A aplicação de insumos durante o manejo dos solos pode ser feita através de taxa variável, sempre que essa prática for economicamente viável. O mapeamento das propriedades químicas do solo e a identificação da variabilidade espacial de componentes do solo são essenciais para que este tipo de aplicação possa ser realizada.

Existem hoje no mercado diversos fabricantes que disponibilizam equipamentos capazes de distribuir insumos, tanto fertilizantes como sementes a taxa variável nas lavouras. No caso de fertilizantes, existem distribuidores centrífugos capazes de aplicar estes insumos em taxa fixa (TF) ou taxa variável (TV) a lanço (em superfície), geralmente fazendo esta aplicação com nutrientes específicos (fósforo, potássio, etc). Existem também semeadoras adubadoras capazes de fazer estas aplicações no sulco (em profundidade) geralmente com fertilizantes formulados.

Diversos estudos relacionados à viabilidade da aplicação de insumos em taxa variável *versus* taxa fixa estão disponíveis no que se refere à adubação a lanço, entretanto, quando se fala em adubação formulada em linha (no sulco), as informações são limitadas, apesar de 45% de todo o fertilizante vendido no Brasil ser comercializado em fórmulas NPK segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos, ANDA (2014).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da aplicação à taxa variável de fertilizante formulado no sulco em comparação com aplicação em taxa fixa deste mesmo insumo por ocasião da semeadura da cultura de soja.

1.1 Hipóteses

I – Se a aplicação de fertilizantes formulados no sulco em taxa fixa durante a operação de semeadura é baseada na necessidade média de fertilizante, esta irá demandar uma quantidade maior deste insumo quando comparada a aplicação à taxa variável.

II – A aplicação de fertilizante formulado à taxa variável fará com que a produtividade da área semeada com soja seja similar ou superior a da área semeada à taxa fixa de fertilizante, com menores gastos relacionados à aplicação deste insumo.

1.2 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade econômica da aplicação à taxa variável em relação à taxa fixa de fertilizante no sulco de semeadura em uma área cultivada com soja.

1.3 Objetivos Específicos

- Verificar os custos fixos e variáveis existentes durante a operação de semeadura de soja com aplicação de fertilizantes no sulco em taxa fixa e variável;
- Determinar o lucro apresentado pela semeadura de soja com aplicação de fertilizante no sulco em taxa fixa e variável;
- Determinar o tempo necessário para o retorno do investimento do *kit* para taxa variável de fertilizantes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fertilidade dos Solos

De acordo com Bissani et al. (2004), durante a formação dos solos, materiais de diferentes origens, sob diferentes condições climáticas, sofrem processos físicos, químicos e biológicos diversos, dando origem a solos com características diferentes entre si. Essas variações encontradas oferecem diferentes condições de desenvolvimento às plantas.

Os mesmos autores explicam que um solo fértil é aquele que supre às plantas as quantidades e proporções de nutrientes adequadas para o seu desenvolvimento, com o objetivo de alcançar altas produtividades. A produtividade por sua vez, não depende apenas da quantidade de nutrientes disponível, mas também de fatores como o clima, propriedades do solo relacionadas ao desenvolvimento radicular e ao possível ataque de plantas daninhas e insetos.

2.1.1 Variabilidade espacial da fertilidade de solo

Queiroz et al. (2000), afirmam que as características das culturas e do solo variam de acordo com a distância e a profundidade e também ao longo do tempo. A variabilidade do solo em uma lavoura pode ser o motivo de outras fontes de variação, podendo influenciar vários fatores como, por exemplo, o desenvolvimento das raízes devido à disponibilidade de água e nutrientes. As características do solo podem influenciar também no aparecimento de doenças, desenvolvimento de plantas daninhas e de insetos.

A aplicação de fertilizantes tanto no sulco como a lanço bem como a exportação de nutrientes diferenciada causada por diferentes culturas tais como gramíneas e leguminosas são fatores que podem acentuar a variabilidade das propriedades químicas do solo, sendo que antes da utilização de fertilizantes

comerciais, eram pequenas as diferenças nos teores de nutrientes ao longo da gleba. O cultivo intensivo e o uso desuniforme de fertilizantes nas culturas anuais aumentam também a variabilidade espacial dos nutrientes e pH do solo (FRANÇA et al. 2000).

2.1.2 Verificação da Fertilidade do Solo

Segundo Vezzani (2001), o solo se trata de um sistema complexo, dinâmico e heterogêneo, sendo que sua qualidade é resultado da dinâmica entre os subsistemas minerais, matéria orgânica e planta. A forma como o solo é manejado ao longo dos anos pode levar à sua excelência em termos de qualidade, assim como em sentido oposto, a sua má utilização pode levar a sua total degradação.

Segundo Bissani et al. (2004), existem várias maneiras de se avaliar a fertilidade dos solos, baseadas na observação, análise da planta, análise química ou biológica do solo ou experimentos de campo, sendo que cada uma destas apresenta resultados mais adequados para cada situação.

Os mesmos autores afirmam que embora na maioria das vezes as práticas de manejo sejam planejadas para a aplicação uniforme de insumos, o solo é heterogêneo e em uma mesma lavoura é possível encontrar áreas com diferentes níveis de qualidade, por exemplo, a efetividade de uma fertilização mineral pode ser afetada em áreas da lavoura que possuam compactação, restringindo dessa forma o desenvolvimento das raízes da planta e a disponibilidade de água.

Desta forma, é possível verificar que em alguns casos, somente uma análise química do solo não se apresenta como uma ferramenta adequada para manejar o mesmo de forma eficiente, sendo necessária uma visão e análise mais completa do solo, principalmente quanto à dinâmica entre as propriedades químicas, físicas e biológicas que determinarão a qualidade deste (Amado et al. 2006).

Apesar de estas diversas interações poderem ser verificadas em laboratórios ou em nível de lavouras, esse tipo de identificação é de difícil aplicabilidade. Como uma alternativa a esta análise aprofundada das características do solo, pesquisadores como Willis et al. (1999), propõem a observação dos resultados da lavoura nos últimos três ou cinco anos a fim de verificar o desenvolvimento vegetal,

independentemente do tipo de cultura. Nas áreas que apresentarem resultados insatisfatórios, deverá se analisar as propriedades relacionadas à qualidade do solo de forma que se possa intervir no potencial produtivo do mesmo apenas nos fatores que estão afetando negativamente o seu desempenho.

De acordo com Balastreire (1998), existem diversas maneiras de se identificar os fatores que afetam o potencial produtivo do solo, entretanto, os mais utilizados são a amostragens de solo em malha (*grid*), condutividade elétrica do solo e mapeamento de plantas invasoras, sendo que a geração de mapas de produtividade durante a operação de colheita é o método mais difundido atualmente, uma vez que esse levantamento apresenta a resposta biológica dos diversos fatores envolvidos no processo produtivo, apresentando grande facilidade de execução.

A utilização de mapas de colheita bem como a sua análise, tem permitido a realização do diagnóstico da produtividade das lavouras, fazendo com que produtores possam intervir de forma precisa e localizada nas áreas da lavoura que apresentam produtividade inferior às demais (BALASTREIRE, 1998).

Mesmo em áreas de plantio direto que possuam níveis de fertilidade elevados, se tem percebido a existência de uma grande variabilidade espacial no rendimento e a utilização desta ferramenta, onde se expressam os potenciais produtivos de forma gráfica e por meio de mapas, é uma possibilidade de ampliar o aspecto gerencial na propriedade por garantir uma visualização da real expressão produtiva das culturas (SANTI et al. 2005).

2.2 Agricultura de precisão

O conceito de AP surgiu nos últimos anos como uma nova tecnologia, entretanto, sua utilização teve início há muitos anos atrás, antes até do período da Revolução Industrial, onde produtores que buscavam maximizar a produtividade de suas lavouras variavam a aplicação de insumos de acordo com os tipos de solos e o desempenho das culturas nos anos anteriores em busca de melhor rendimento produtivo (KELLOGG, 1957).

Produtores daquela época já identificavam os benefícios da aplicação diferenciada de esterco de acordo com o tipo de solo. Em 1929, por exemplo, Bauer

e Linsley apud Goering (1993), propuseram a análise de solo utilizando o processo de malhas em 100 metros quadrados para verificar a necessidade de aplicação diferencial de calcário. Através desta prática, alguns produtores obtiveram reduções nos custos de produção com aplicação diferenciada de insumos.

Segundo Molin (2001), em tempos passados o tipo de agricultura predominante era o familiar, caracterizado por áreas de terra menores, o que possibilitava aos agricultores conhecerem suas áreas de forma precisa, podendo intervir em diferentes pontos da mesma através do conhecimento empírico adquirido pela prática.

O mesmo autor comenta que o conceito da AP é utilizar as práticas existentes e utilizadas desde sempre pelos pequenos produtores, porém, em larga escala e associando todo o conhecimento acumulado pelas ciências agrárias até hoje.

Balastreire et al. (1997), definem a AP como sendo o conjunto de técnicas que auxilia no gerenciamento localizado da cultura e/ou propriedade, não se detendo apenas nas aplicações de insumos ou de mapeamentos de produtividade das lavouras, mas também ao gerenciamento de todos os processos envolvidos na produção.

Os mesmo autores complementam que a mecanização agrícola trouxe a possibilidade de manejar economicamente culturas em grandes áreas através da utilização de recursos como mapeamento dos fatores de produção e ferramentas de suporte a decisão e, aplicação correta e localizada de insumos.

Através do desenvolvimento e liberação para uso civil do Sistema de Posicionamento Global (GPS), as máquinas e equipamentos, utilizando este recurso, tornaram-se capazes de medir e registrar a variabilidade da produção e aplicação de insumos, por meio de sensores integrados eletronicamente a outros componentes da máquina (BALASTREIRE et al. 1997).

Segundo Valencia et al. (2003), a AP pode ser definida como um sistema de manejo agrícola onde se admite a existência da variabilidade no campo e onde a semeadura e a aplicação de insumos variam dentro da lavoura. A aplicação é diferenciada entre zonas de manejo enquanto que áreas com níveis iguais de nutrientes recebem o mesmo tratamento em toda a sua extensão.

2.2.1 Amostragem de dados em Agricultura de Precisão

De acordo com Searcy (1995), devido a grande necessidade de levantamento e registro de dados, a AP pode ser entendida como um sistema integrado e totalmente dependente de sistemas eletrônicos, mecânicos e computacionais, destinados ao levantamento em campo e em condições dinâmicas de um número bastante elevado de dados. A grande utilização de dados na AP necessita de equipamentos em sua maioria automáticos, para suportar o processamento e a tomada de decisão.

Segundo Saraiva et al. (2000), no sistema de AP é possível listar quatro etapas: coleta de dados, análise da informação, aplicação localizada ou em taxa variável de insumos e avaliação dos resultados.

Os mesmos autores complementam que no primeiro estágio, com o auxílio de equipamentos e sensores, busca-se encontrar a variabilidade existente na lavoura, tanto na produtividade como em fatores que influenciam na produção de forma a sempre associar o dado da coleta às suas coordenadas geográficas no campo enquanto que na segunda etapa, após elaborar os mapas de atributos, busca-se associar a variabilidade encontrada na produção com fatores físicos, químicos ou biológicos, buscando relações de causa e efeito, para a partir destas informações propor estratégias de gerenciamento com base na variabilidade.

Saraiva et al. (2000) adicionam que a aplicação localizada de insumos se refere ao terceiro passo, onde através das informações coletadas e analisadas e da decisão tomada, distribuem-se os insumos em diferentes quantidades dependendo da necessidade de cada região da gleba. A última etapa é a avaliação dos resultados, normalmente distribuída ao longo de todo o ciclo produtivo, na medida em que a coleta de dados é realizada.

2.2.2 Posicionamento e gerenciamento das informações

Amplamente difundido, o sistema GPS, pode ser citado como a principal ferramenta utilizada para se fazer o georeferenciamento das informações coletadas.

Em conjunto com esse sistema, tem-se uma série de sensores que são utilizados para coleta, processamento e gerenciamento das informações (GIOTTO & SEBEM, 2001).

O GPS é um sistema formado por 24 satélites mais 3 de reserva, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América e utilizado inicialmente apenas para fins militares. Estes satélites estão distribuídos em 6 orbitas diferentes, a uma altitude aproximada de vinte mil e duzentos quilômetros e desta forma, em qualquer lugar da superfície terrestre, existem, no mínimo, 4 satélites acima da linha do horizonte, 24 horas por dia. Esse conjunto de satélites foi desenvolvido para fornecer o posicionamento espacial (latitude e longitude) de pontos sobre a superfície terrestre em um referencial tridimensional (GIOTTO & SEBEM, 2001).

Os mesmos autores afirmam que quanto à precisão do posicionamento os sistemas de GPS podem ser classificados genericamente como: expeditos ou de navegação, topográficos ou submétricos e geodésicos. O GPS de navegação fornece a posição a partir do emprego de um único aparelho, sendo a precisão na obtenção das coordenadas na ordem de metros. Esta precisão melhorou consideravelmente após a retirada do sinal *Selective Available* (SA) por parte do governo norte americano no ano 2000. Os topográficos ou submétricos utilizam a tecnologia diferencial operando simultaneamente dois aparelhos, recebem os sinais de satélites com apenas uma única linha, atingindo assim precisões, na ordem de centímetros. Os geodésicos também utilizam a tecnologia diferencial que consiste da operação simultânea e dois aparelhos, entretanto, recebe os sinais dos satélites com duas frequências, atingindo assim a precisão de um ponto na ordem de milímetros.

Para que seja possível se fazer o processamento, organização e análise das informações bem como a geração de mapas para análise espacial das informações coletadas são utilizados programas computacionais denominados *Geographic Information System* (SIGs ou GIS) e segundo Molin (2001), O SIG é um conjunto de programas que possibilita o armazenamento, manipulação e demonstração espacial dos resultados coletados no campo. Estes programas podem trabalhar integrados a outros para a geração de mapas e análise das diversas camadas de informações (em caso de sobreposição de mapas) referentes a uma mesma área.

2.2.3 A agricultura de precisão no Brasil

As primeiras pesquisas na área de AP no Brasil foram realizadas na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP) em 1997, onde o trabalho então inovador na cultura de milho teve como resultado o primeiro mapa de variabilidade de colheita do Brasil (BALASTREIRE; ELIAS & AMARAL, 1997).

Após isso um crescente foco de pesquisa/extensão em AP foi iniciado por instituições de ensino tais como UNICAMP, Embrapa, Fundação ABC, IAPAR, além da própria ESALQ-USP. Empresas privadas do setor agrícola e tecnológico e de cooperativas de produtores também deram início a seus estudos na área (BALASTREIRE; ELIAS & AMARAL, 1997).

Motivadas pelo interesse de produtores nas práticas de AP e pressionadas pela globalização de mercados e crescente disponibilidade de maquinários importados no Brasil, as indústrias nacionais fabricantes de equipamentos agrícolas tem cada vez mais buscado se desenvolver e implantar em seus produtos sensores e equipamentos para suportarem as atividades relacionadas à AP. A agricultura de precisão tem sido considerada por alguns autores como a “terceira onda” na agricultura, sendo a primeira a mecanização com tração animal, e a com equipamentos motorizados, a segunda (BALASTREIRE, 2000).

Há alguns anos os conceitos e práticas relacionadas à AP vêm sendo utilizados em países mais desenvolvidos tecnologicamente como no Canadá, Europa em geral e Estados Unidos, tendo demonstrado retorno econômico bastante significativo. Dentre os países que estão utilizando com maior intensidade as práticas de AP, sem dúvidas os Estados Unidos possuem posição de destaque (SILVA; MORETTO & RODRIGUES, 2013).

No Brasil, a AP tem sido bem aceita por produtores tecnicamente qualificados e que buscam maximizar os resultados das suas lavouras. Este perfil de agricultor tem trabalhado com planejamento financeiro e da lavoura, introduzindo os princípios da AP em toda a cadeia produtiva. Obter informações sobre a viabilidade econômica da AP é essencial para a adoção desta nova técnica pelos agricultores (BALASTREIRE e BAILO, 2002).

De acordo com Valentini e Gimenez (2000) e com a Federação da Agricultura do Estado do Paraná, FAEP (2013), apesar da AP ser uma das mais importantes técnicas na busca de maior eficiência na agricultura, ainda existem grandes barreiras a serem superadas para uma efetiva implantação destas práticas no Brasil. O fato de não existir um banco de dados com informações disponíveis para a utilização na AP dificulta a sua difusão, isso se deve ao fato de que no Brasil a prática de coletar e disponibilizar dados ainda não se tornou um hábito.

Segundo Amado et al. (2006), o projeto *Aquarius* iniciado em 2003 teve grande importância para a expansão das práticas de AP no Brasil. Desenvolvido inicialmente em parceria com fabricantes de máquinas, cooperativas e produtores, atualmente o projeto conta com o apoio da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e através de palestras e participações em eventos tem sido divulgado de forma a reforçar a importância destas práticas na busca pela otimização de recursos.

Além das iniciativas do Projeto *Aquarius*, a UFSM lançou em 2011 o Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão, o qual tem sido extremamente importante no que se refere a promover as práticas de AP principalmente no âmbito empresarial, compartilhando boas práticas com profissionais que já atuam na área.

2.3 Adubação a taxa variável

Em busca de um melhor aproveitamento dos recursos agrícolas, vários experimentos têm sido feitos, especialmente em relação à aplicação localizada de insumos e nutrientes no solo. Malzer (1996) menciona que as práticas de AP podem ser utilizadas em qualquer das variáveis agrícolas, mesmo sua origem tendo sido no manejo de nutrientes e fertilidade de solos.

O impacto ambiental ocasionado pela distribuição excessiva de fertilizantes causa inúmeros problemas devido ao carregamento dos nutrientes pela chuva e posterior infiltração no solo, atingindo o lençol freático, rios e córregos. Prejuízos econômicos também são perceptíveis devido à aplicação de insumos em excesso em pontos desnecessários e a aplicação insuficiente em outros e tem motivado estudos relacionados à aplicação de fertilizantes em taxa variável (BALASTREIRE, 1997).

Com a introdução das novas tecnologias de AP, a possibilidade de se aplicar fertilizantes de forma contínua em taxas variáveis, introduzindo-se quantidades conforme a necessidade de cada ponto no campo tem demonstrado benefícios econômicos e ambientais bastante importantes. A mudança trazida por esses novos métodos de aplicação faz com que as amostragens de solo passem de uma média de toda a área, para análises pontuais, evidenciando a variabilidade espacial de todo o campo (KUHAR, 1997).

Para que as necessidades de nutrientes sejam evidenciadas para cada ponto da lavoura, faz-se necessário o levantamento da fertilidade de forma abrangente e sistematizada. A coleta de solo em malha (*grid*) é o método mais utilizado para se gerarem mapas de aplicação (REICHARDT et al., 1986).

O desenvolvimento e evolução da rede GPS viabilizou também a utilização de implementos de aplicação a taxas variáveis de fertilizante, de acordo com a demanda específica de um talhão. As indústrias brasileiras têm focado seus esforços principalmente no sistema produtivo de grãos, tanto em tratores e colhedoras como em implementos para semear, adubar e pulverizar (BALASTREIRE, 2000).

De acordo com Amado (2006), a utilização das ferramentas de AP em uma área pertence ao Projeto Aquarius de 45,2 ha, permitiu que houvesse uma otimização no uso dos fertilizantes trazendo uma redução da quantidade total aplicada de 53% em comparação com a quantidade que o produtor normalmente aplicava. Através desta melhor distribuição de insumos tornou-se possível corrigir a fertilidade de partes da lavoura que se encontrava com quantidades abaixo do requerido bem como diminuir os gastos com fertilizantes em áreas com teores altos de nutrientes.

O melhor gerenciamento do uso de fertilizantes, no caso descrito proporcionou uma redução de custos de R\$7.979,00 em fertilizantes, uma vez que os custos da operação, envolvendo as amostras de solo (01 ponto . ha⁻¹), análises de laboratório, criação de mapas e aplicação à taxa variável de fósforo e potássio, foram mais elevados na AP, resultando em um incremento de R\$2.442,00. Os custos de operação na agricultura convencional, para fins daquele trabalho, foram estimados em R\$60,00 ha⁻¹, incluindo apenas uma análise de solo por lavoura, acrescida dos custos de semeadura. O resultado final da AP para essa propriedade,

considerando os custos operacionais e de fertilizantes, representou uma economia de R\$5.537,00 para os 45,2 ha (AMADO, 2006).

Amado (2006) ainda menciona que é importante destacar, que essa economia foi possível devido ao fato de a propriedade ter um bom histórico de boas práticas de adubações em períodos anteriores, o que de certa forma criou uma “reserva” no solo. Em outra área do Projeto Aquarius, por outro lado, apesar de os custos com fertilizante terem sido 25% menores, o custo operacional da AP foi maior do que na agricultura convencional, fazendo com que os gastos totais fossem maiores para a AP (R\$435,00). As estimativas dos custos operacionais da AP foram, entretanto, superestimadas e o plano de adubação que foi proposto contemplou a correção das áreas com baixa fertilidade, o que poderá resultar futuramente em maiores rendimentos (AMADO, 2006).

2.4 Semeadoras

De acordo com Silveira (2001), muitos especialistas consideram a semeadora como a máquina agrícola mais importante depois do trator uma vez que dos resultados por elas entregue, depende o sucesso subsequentes da lavoura.

Segundo Mialhe (2012), plantio é a denominação geral utilizada para o ato de se colocar no solo sementes, órgãos e propagação vegetativas ou mudas, sendo que dependendo do tipo de órgão de propagação esta operação pode receber diferentes nomenclaturas, tais como, semeadura quando a propagação é feita através de sementes ou ainda transplante, quando a propagação é feita através de mudas.

Balastreire (2000) descreve que quanto à forma de acionamento estas podem ser manuais, de tração animal, motorizadas e tratorizadas (montadas, semi-montadas e de arrasto). Quanto ao tamanho das sementes, estes equipamentos estão geralmente divididos em máquinas para grãos miúdos e para grãos graúdos. Os mecanismos de dosagem das sementes podem ser classificados em linha (discos perfurados, cilindros canelados, correias perfuradas, discos alveolados, pneumáticos e dedos preensores) e a lança (rotor centrífugo, canhão centrífugo e difusor).

Segundo Portella (2001), as semeadoras possuem alguns propósitos básicos, sendo eles o de abrir um sulco no solo, usando para isso elementos rompedores (discos ou hastes sulcadoras); dosar as sementes e fertilizante (se aplicado) e depositá-las no solo através de condutores; cobrir e firmar as sementes com o auxílio de rodas cobridoras ou compactadoras dependendo da utilização; limitar a profundidade de deposição através do uso de rodas calibradoras.

De acordo com Silveira (2001), no que se refere à semeadura de soja, atualmente em sua maioria são utilizadas semeadoras de precisão em linha, com distribuidores de discos perfurados ou alveolados. Estas são capazes de distribuir as sementes de forma uniforme, mantendo-se uma distância constante entre as mesmas. As semeadoras de precisão são constituídas de sistemas comuns independentemente do fabricante, os quais podem ser verificados na figura 01.



Figura 1 – Principais componentes de uma semeadora adubadora.
Fonte: Adaptado de John Deere (2014).

De acordo com Balastreire (2000), existem dois sistemas de dosagem de sementes que são utilizados com maior frequência em semeadoras adubadoras de precisão, sendo eles o sistema de disco perfurado vertical ou horizontal e o sistema de dosagem pneumático. O sistema com discos perfurados conta com um mecanismo de disco com furos redondos, oblongos ou de formato especial, dependendo do tipo de semente a ser utilizada, os quais são acionados por sistemas mecânicos que fazem com que estes girem e entreguem as sementes dentro dos condutores de forma contínua (figura 02).

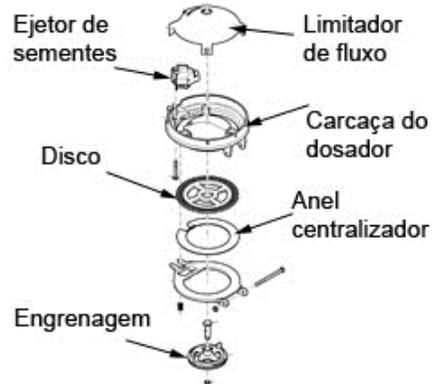


Figura 2 – Dosador de sementes com disco perfurado.
Fonte: Adaptado de John Deere (2014).

Na figura 03 é possível verificar o esquema ilustrativo da montagem do sistema de disco perfurado na linha de semeadura.

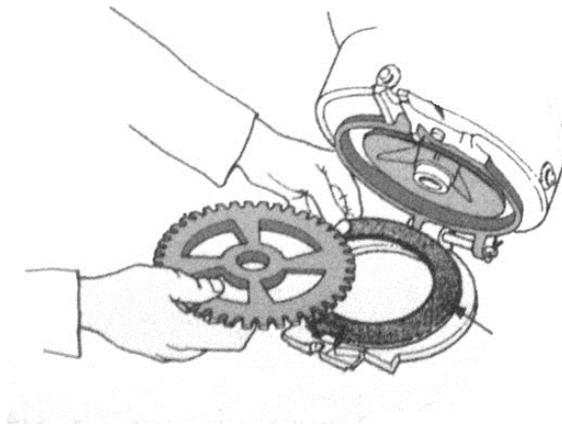


Figura 3 – Montagem do dosador com disco perfurado.
Fonte: Adaptado de Mialhe (2012).

Os dosadores pneumáticos utilizam discos perfurados ou alveolados e com o auxílio de vácuo conduzem as sementes desde um reservatório, geralmente presente no interior do dosador até o condutor de sementes, o qual levará estas até o solo (figura 04). Os dosadores pneumáticos têm como principal vantagem a precisão de dosagem bem como a ausência de dano às sementes, uma vez que o

transporte destas ocorre com o mínimo de atrito, sendo que o contato com o disco é estabelecido pela sucção de ar (PORTELLA, 2001).



Figura 4 – Dosador de sementes pneumático.
 Fonte: Adaptado de John Deere (2014).

Tão importante quanto a dosagem de sementes nas semeadoras adubadoras é a dosagem de fertilizante. Existem diversos tipos de dosadores de fertilizante disponíveis no mercado tais como dosadores helicoidais, dentados, de discos horizontais rotativos e verticais com impulsores, entretanto, o mais utilizado nas semeadoras de precisão é o helicoidal (PORTELLA, 2001).

Segundo Balastreire (2000), os dosadores helicoidais como já diz o nome são composto por um helicoide montado em uma carcaça metálica ou plástica, onde o fertilizante é dosado. A rotação do helicoide, acionado por transmissão de engrenagens faz com que o fertilizante seja transportado até o condutor que por sua vez direciona o fertilizante até o solo (figura 05).



Figura 5 – Dosador de fertilizante do tipo helicoidal.
 Fonte: Adaptado de Fertisystem (2014).

Apesar da maioria dos sistemas de dosagem de semente e fertilizante possuir transmissões mecânicas, acionadas pelo movimento do rodado da semeadora, existem no mercado máquinas de alta precisão e tecnologia embarcada, capazes de fazer o acionamento das transmissões de forma eletro-hidráulica (figura 06). Estes sistemas permitem a semeadura e aplicação de fertilizantes de acordo com mapas de prescrição, disponibilizados nos monitores do trator, os quais foram previamente gerados com base na fertilidade da área a ser semeada (KUHAR, 1997).

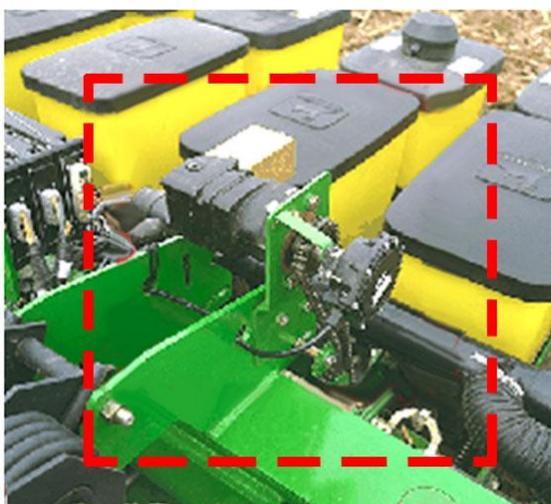


Figura 6 – Sistema de taxa variável de sementes e fertilizante montado em semeadora.

Fonte: Adaptado de John Deere (2014).

2.5 Custos de Produção

De acordo com Gomilde (2001 apud Werner, 2007), qualquer alteração no processo produtivo traz mudanças nos custos e nos benefícios, fazendo com que se torne de grande importância a análise do impacto destas, como subsídio a tomada de decisão. Independentemente das possíveis implicações para a implantação de novas práticas de AP, espera-se como retorno um aumento da produtividade ou redução dos custos.

Da mesma forma, Oliveira (2000 apud Werner, 2007) comenta que quanto maior a competitividade na agricultura e menores as intervenções governamentais, mais importante se faz o gerenciamento e redução dos custos de produção. Essa prática possibilita um adequado planejamento dos negócios agrícola.

Segundo Martins (2003), para que se possa realizar uma análise de custos relacionada às operações realizadas em propriedades rurais primeiramente é necessário fazer um mapeamento de todas as atividades que fazem parte do processo bem como os custos envolvidos com cada uma destas. Faz-se necessária a verificação dos custos fixos ou que independem da quantidade produzida bem como os variáveis, os quais tem relação direta com o volume de produção, sendo que nesta categoria, enquadram-se os insumos (sementes, fertilizantes, defensivos, etc).

De acordo com o mesmo autor, os custos são os gastos relativos tanto a bens, materiais ou serviços que são utilizados para realizar a produção de outros bens ou serviços. Teixeira e Gomes (1994) complementam que determinar os custos pode ter vários objetivos, sendo que para agricultores este estudo tem por objetivo auxiliar na tomada de decisão, fazendo com que o mesmo possa optar por culturas e/ou práticas mais rentáveis para sua propriedade.

A utilização de práticas relacionadas à análise de custos transcende o simples objetivo contábil de se ter registrado todos os valores envolvidos no ciclo produtivo e passa ser um sistema de suporte com informações para o gerenciamento da propriedade, mostrando ao produtor quais são as atividades mais lucrativas, bem como quais são os processos que apresentam menor rentabilidade (SANTOS et al, 2002).

Segundo Martins (2003), quanto à classificação dos custos, podemos dividir os mesmos em diretos e indiretos, dependendo se os mesmos estão diretamente ligados ao produto ou não respectivamente sendo que outra forma de se classificar os custos é em relação ao volume de produção, sendo que os custos fixos não variam em relação à quantidade produzida, exemplo, aluguel e salários e custos variáveis, ou seja, aqueles que são diretamente proporcionais à quantidade produzida, por exemplo, matéria-prima e insumos.

O mesmo autor complementa que os custos diretos são aqueles diretamente apropriados ou ligados a um produto, sem a necessidade de nenhum tipo de processamento intermediário ou rateio de valores, usualmente existindo uma

unidade de medida, como por exemplo, quilogramas de matéria-prima, embalagens utilizadas, etc.

Em uma propriedade rural, os custos diretos são aqueles ligados exclusivamente a uma atividade específica, isso significa que se aquela atividade não existisse, os seus custos também não estariam presentes (FLOSS, 2004).

São classificados como custos indiretos, aqueles custos que não podem ser ligados diretamente ao produto, e que geralmente são rateados entre diversos centros de custo ou produtos de forma muitas vezes arbitrária e imprecisa. Despesas como aluguel e supervisão são bons exemplos deste tipo de custo. (MARTINS, 2003).

Custos fixos são aqueles que independem de volumes de produção, o aluguel de uma propriedade, por exemplo, tem um determinado valor em um determinado mês, independentemente da quantidade que será produzida naquela instalação (MARTINS, 2003).

Para Antunes e Ries (2001) os custos fixos são compostos pelo somatório dos custos que continuam inalterados, física e monetariamente, independentemente da quantidade produzida dentro de um intervalo de tempo sendo que é necessário reforçar que o conceito de custo fixo estará sempre ligado ao conceito de curto e longo prazo. Estes autores complementam que o curto prazo é considerado aquele onde os custos fixos permanecem inalterados, por outro lado, quando ao longo do tempo as diversas alternativas de produção alterarem os mesmos, estes se tornarão variáveis. De acordo com esse conceito não existem custos fixos no longo prazo.

De acordo com os mesmos autores, devem-se observar com atenção as tomadas de decisão em relação aos custos fixos uma vez que na maioria das vezes estes são os responsáveis por desperdícios de receita, estruturas mal utilizadas, capacidade instalada ociosa, etc. Os gastos que resultarão em custos fixos deverão ser realizados da forma mais otimizada possível a fim de evitar desperdícios.

Floss (2004) descreve que os custos variáveis são aqueles diretamente proporcionais às quantidades produzidas. Se por exemplo em um mês uma empresa produzir maiores quantidades de um determinado produto os custos serão maiores, enquanto que se por outro lado a produção for menor, os custos também serão inferiores na mesma proporção. Em propriedades rurais os custos com a compra de fertilizantes, sementes, defensivos, alimentos e serviços prestados por mão-de-obra temporária são os mais representativos dentro desta categoria. Gastos com

irrigação, contratação de serviços e manutenção também são considerados custos variáveis.

Ainda de acordo com o mesmo autor, estes custos são adicionados ao custo final do produto e podem ser modificados no curto prazo. Essas mudanças que ocorrem de forma rápida são decisivas no momento da tomada de decisão em relação a qual cultura será semeada em determinado período, por exemplo, uma vez que o custo com aquisição de sementes, que é variável e volátil é determinante no lucro final.

Alguns dos custos variáveis mais comuns de acordo com o autor são: despesas com aluguel de máquinas, mão-de-obra temporária, combustíveis e lubrificantes, transporte, gastos com recebimento, secagem, limpeza e embalagem, manutenção, sementes, fertilizantes e defensivos, seguros sobre a produção e impostos variáveis.

Os custos totais correspondem ao somatório de todos os custos fixos e variáveis, incluindo todo o montante relacionado desde a compra da matéria-prima, produção e comercialização dos produtos ou serviços. Se dividirmos este somatório pelo total produzido temos o custo médio por unidade de medida (quilograma, litros, etc). Esta categoria de custos é utilizada, por exemplo, para se calcular o lucro operacional na DRE (Demonstrativo do Resultado do Exercício) (MARTINS, 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área do estudo

O presente estudo foi realizado em uma das fazendas do Grupo Mutum no município de Nova Mutum no estado do Mato Grosso (MT) a qual está situada na região Média Norte Mato-Grossense, com coordenadas geográficas Latitude Sul: 13°05'04"; Longitude Oeste: 56°05'16" e altitude de 460m em relação ao nível médio dos mares.

O clima do município é equatorial – tropical quente e semiúmido, com duas estações bem definidas, seca: de maio a setembro; e das chuvas: de Outubro a Abril. A temperatura média anual é de 24°C com máxima média de 34°C e mínima média de 4°C. A precipitação média anual é de 2.200mm, indo de 1.850mm a 2.400mm enquanto que a umidade do ar pode ir de 85% durante o período chuvoso a 35% durante a estiagem (PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA MUTUM, 2014).

O relevo do município é plano com declividades não superiores a 3%, formado em partes pela Chapada dos Parecis. O tipo de solo predominante é Latossolo Vermelho-Amarelo - LVA (80%) e areias quartzosas (20%) enquanto que a vegetação predominante se constitui de cerrados (70%) e mata (30%) (PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA MUTUM, 2014).

De acordo com Embrapa (1999), o Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) pode ser classificado como:

[...] solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico de textura média, com estrutura, em geral, do tipo blocos subangulares fracamente desenvolvidos e cores mais amareladas que 4YR, valor maior a 3 e croma maior/igual a 6. São solos virtualmente sem atração magnética [...]. São muito porosos, friáveis e bem drenados, com pequena distinção entre subhorizontes de subsuperfície. O horizonte A, geralmente de textura arenosa, pode ser o moderado ou o fraco. São solos ácidos ou ligeiramente ácidos, com baixos conteúdos de cátions trocáveis, baixa CTC efetiva (EMBRAPA, 1999).

Nova Mutum é uma das maiores produtoras de soja do Brasil e conta com 232 propriedades rurais com mais de 1.000 ha. A área semeada de soja corresponde a 358.638 ha, seguidas por milho 161.829 ha e algodão com 20.204 ha,

sendo que a média de produção de soja, principal cultura semeada, é de 55 sacas . ha⁻¹ (PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA MUTUM, 2014). A localização do município pode ser visualizada na figura 7.

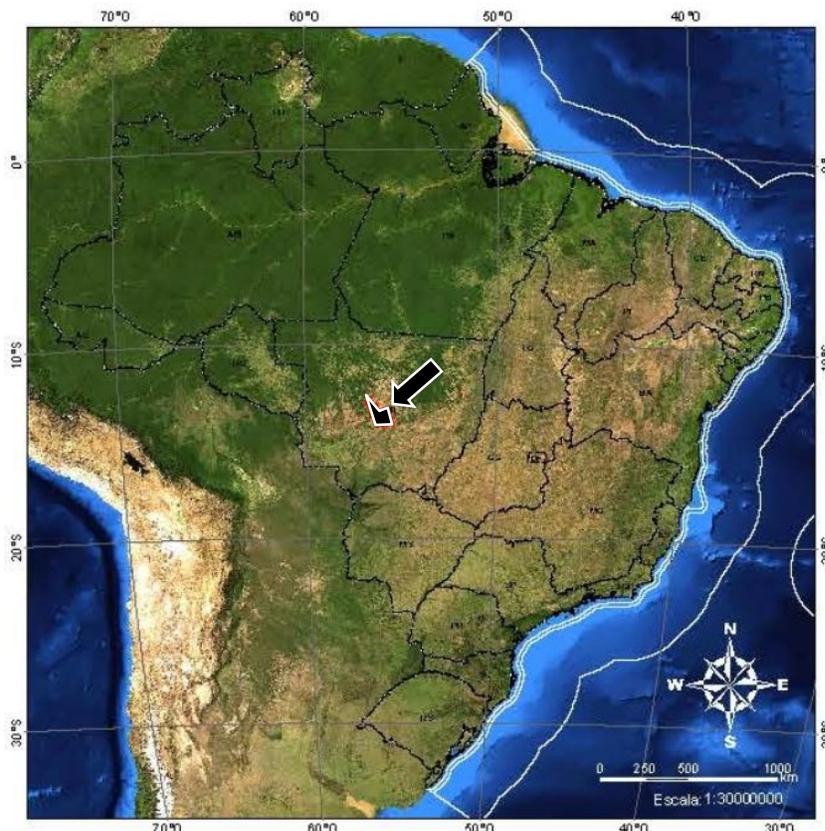


Figura 7 – Localização do Município de Nova Mutum – MT.
Fonte: Adaptado a partir de Mapstore Mapas Ambientais (2014).

A fazenda onde o estudo foi realizado conta com 15.000 ha, sendo que a área utilizada para o experimento foi de 10,54 ha. O histórico da área é de semeadura direta de soja e algodão de forma alternada nos últimos 5 anos, sendo que no momento da semeadura da soja a área contava com resteva de braquiária, a qual foi introduzida apenas como cobertura durante o período de estiagem.

Na figura 8, é possível verificar a localização da área experimental dentro da fazenda no município de Nova Mutum. O mapa utilizado ilustra os diferentes níveis relacionados à capacidade de troca de cátions (CTC) dos talhões da fazenda e foi

utilizado com o objetivo único de demonstrar o local exato do talhão utilizado para a realização do experimento através da seta em azul.

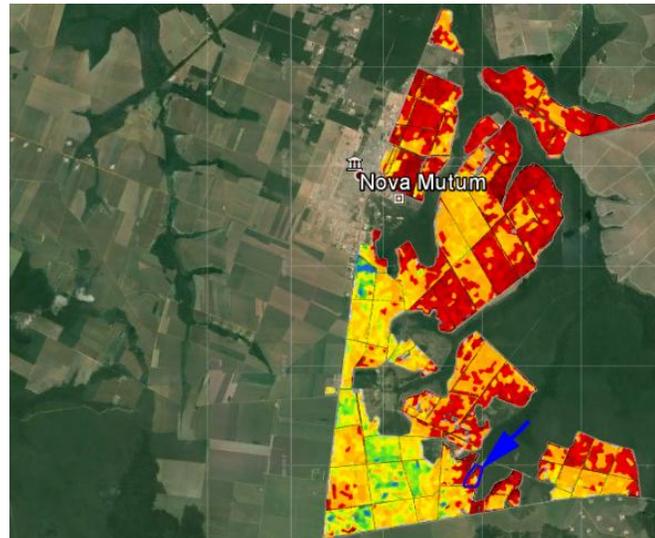


Figura 8 – Localização da Área Experimental.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2014).

Nos últimos 5 anos, foram realizadas análises de solo georreferenciadas com grade amostral de 1ha e adubação de correção a lanço, utilizando-se um distribuidor centrífugo equipado com *kit* de AP, o qual utilizava mapas de aplicação para realizar a operação com taxa variável, sempre antes da introdução da cultura de verão.

3.2 Máquinas e equipamentos utilizados

Para tracionar a semeadora adubadora durante as operações de semeadura foi utilizando um trator de 310cv 4X2 com tração dianteira auxiliar (TDA), modelo 8430 da marca John Deere, o qual estava equipado com computador de bordo e piloto automático.

Para a realização das operações de semeadura foi utilizada uma semeadora adubadora modelo 2117 CCS da marca John Deere (figura 9). O conjunto foi

montado com 15 linhas de espaçamento de 50 cm e com sulcadores de fertilizante do tipo discos duplo desencontrado.

A semeadora adubadora utilizada estava equipada com sistema de dosagem de insumos com acionamento eletro-hidráulico, capaz de fazer variações tanto nas taxas de sementes quanto de fertilizante de forma independente, baseadas no mapa de aplicação. A variação estática máxima entre a taxa alvo e a entrega dos sistemas dosagem de semente e fertilizante foram respectivamente 2% e 3%.



Figura 9 – Semeadora Adubadora 2117 CCS John Deere utilizada no experimento.
Fonte: O Autor (2014).

Com o objetivo de evitar transpasses durante a operação de semeadura, principalmente em arremates e bordaduras o que poderiam afetar os resultados encontrados, a semeadora foi equipada com sistema RowCommand™ da marca John Deere (figura 10), capaz de realizar o desligamento individual de linhas, evitando que fossem depositadas sementes duas vezes no mesmo local.



Figura 10 – Embreagem para desligamento de linhas RowCommand™.
Fonte: O Autor (2014).

Para realizar a colheita das parcelas do experimento foi utilizada uma colhedora modelo 9770 STS da marca John Deere (figura 11), equipada com sensores de umidade, fluxo de massa, posição da plataforma, monitores de operação e sistema de posicionamento, possibilitando a geração de mapas de produtividade, acoplada a uma plataforma modelo 640FD da marca John Deere, a qual possui uma largura efetiva de trabalho de 40 pés ou 12,2 metros.



Figura 11 – Colhedora 9770 STS e Plataforma 640FD.
Fonte: O Autor (2014).

O trator e a colhedora utilizados para a realização do experimento estavam equipados com sistema de posicionamento da marca John Deere, compostos por uma antena StarFire™ 3000 (figura 12), montada com um módulo de compensação de terreno (TCM) e capaz de receber sinal tanto da rede de satélites GPS quanto Glonass e um monitor GreenStar™ 3 2600 (figura 12).



Figura 12 – Antena StarFire™ 3000 (A) e Monitor GreenStar™ 2600 (B).
Fonte: Adaptado de John Deere (2014).

Em conjunto com a antena receptora, foi utilizada uma base RTK para correção do sinal, transmitido via rádio de um ponto fixo da fazenda para o trator utilizado, garantido uma precisão planimétrica de posicionamento de 2,5cm.

Para realizar o auto direcionamento do trator e colhedora e assim garantir a precisão e o paralelismo entre passadas na operação de semeadura e colheita, foi utilizado um piloto automático modelo AutoTrac™ Integrado da marca John Deere.

Os mapas de prescrição, aplicação e produtividade foram armazenados no monitor do trator através de um cartão de memória, com arquivos no formato *Shape file*.

3.3 Análises de Solo e Mapas de Fertilidade

As análises de solo e a geração dos mapas de fertilidade utilizados para o estudo foram terceirizadas para uma empresa especializada em AP localizada no

município de Nova Mutum, a qual presta serviços para a fazenda onde o trabalho foi realizado desde 2009.

A malha amostral utilizada para as análises de solo foi de 1 ha sendo que as amostras foram retiradas de 0 a 5 cm e de 0 a 20 cm.

Os níveis de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), enxofre (S), magnésio (Mg), matéria orgânica (MO) e capacidade de troca de cátions (CTC) seguem ilustrados na figura 13, sendo que a área experimental encontra-se demarcada por uma linha de cor azul. A análise dos níveis de Cálcio foi realizada apenas de 0 a 20 cm pelo histórico da área que é de ter índices baixos deste nutriente.

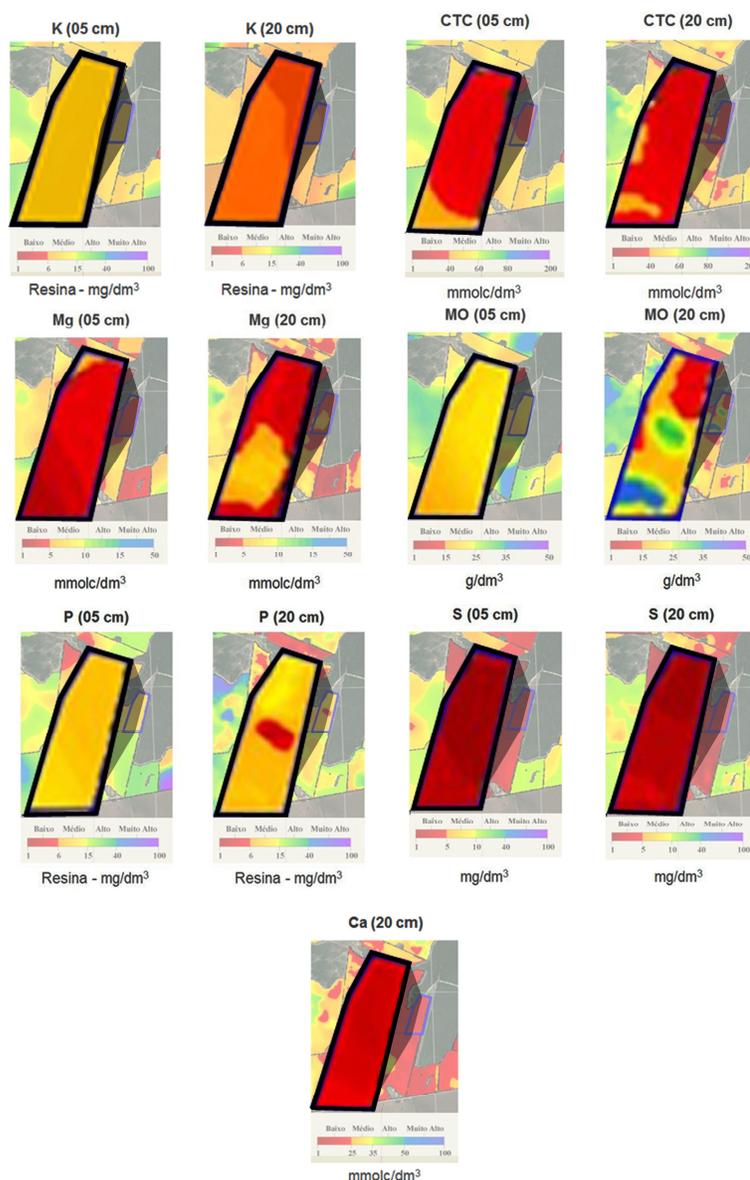


Figura 13 – Níveis dos nutrientes do solo na área experimental.
Fonte: O Autor (2014).

Os índices de argila não foram mapeados na safra 2013/2014, pois possuem níveis bastante homogêneos no talhão analisado. O pH médio em CaCl_2 observado nas amostragens da área experimental foi de 5,8 não sendo necessárias correções.

3.4 Mapas de Aplicação e Produtividade

A geração dos mapas de aplicação de insumos para utilização durante a operação de semeadura bem como a análise e formatação dos mapas de produtividade foram realizados com o auxílio do software GIS, *Apex Farm Management* da John Deere.

3.4.1 Densidade de semeadura

Com base nos mapas de fertilidade e no histórico de produtividade da área foi realizada a recomendação agrônômica relacionada à quantidade de sementes por hectare, as quais foram colocadas à taxa fixa em toda extensão da área experimental a 270.000 sementes ha^{-1} .

Para a realização do estudo foram utilizadas sementes de soja da variedade Monsoy M 9144RR de peneira 6,5mm, com ciclo entre 128 e 135 dias. A escolha desta variedade se deu pelo bom desempenho da mesma na fazenda em safras anteriores e pelo seu ciclo, que possibilita uma janela favorável para a semeadura de milho que é feito na mesma área logo após a colheita da soja.

O custo de aquisição das sementes utilizadas foi de R\$3,20 kg^{-1} e o peso de 100 sementes desta variedade foi de 14,5 gramas. Considerando que a densidade de semeadura foi de 270.000 sementes ha^{-1} , a quantidade de sementes utilizada foi de 39,15 kg ha^{-1} .

3.4.2 Mapa de aplicação de fertilizante

Assim como para a prescrição da quantidade de sementes a ser utilizada na área experimental, as quantidades de fertilizante a serem aplicadas também foram feitas com base nos mapas de fertilidade do talhão, entretanto, diferentemente da semeadura que foi feita apenas em taxa fixa, a aplicação de fertilizante foi realizada a taxa fixa e variável de forma alternada em cinco faixas de semeadura (repetições) para cada tratamento. O mapa de aplicação de fertilizante, gerado pode ser visualizado na figura 14, sendo que a legenda apresenta as quantidades de fertilizante formulado aplicadas, em kg ha^{-1} .

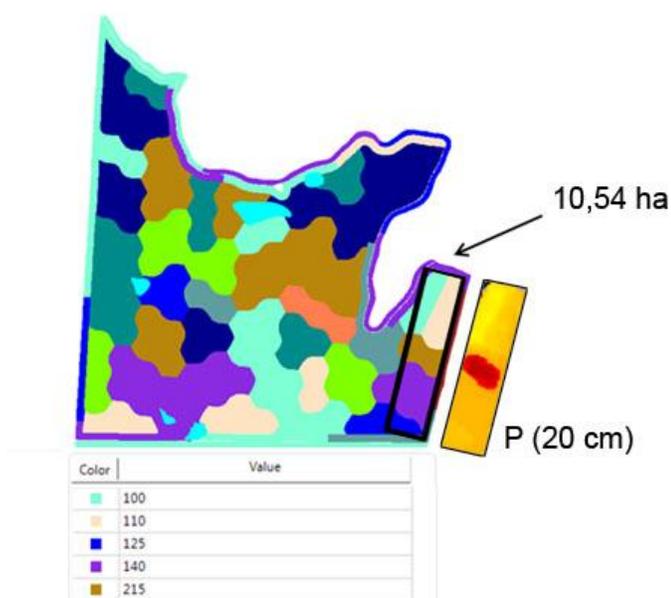


Figura 14 – Mapa de aplicação de fertilizante (kg ha^{-1}).
Fonte: O Autor (2014).

É possível observar que a quantidade de fertilizante prescrita para as diferentes partes da área experimental foi baseada nos níveis de fósforo (0 a 20 cm), uma vez que este apresentou níveis médios e baixos de maneira desuniforme nas análises de solo realizadas. Os níveis de potássio apresentaram-se uniformes ao longo da área experimental, mostrando apenas pequenas variações nas análises de 0 a 20 cm.

O fertilizante formulado selecionado para aplicação durante a semeadura foi o NPK de composição 11-30-07. Em condições normais, não é comum utilizar-se fertilizantes nitrogenados para a soja sendo que as necessidades da planta são supridas pela simbiose ou por elementos disponíveis no solo, entretanto, a região de Nova Mutum apresenta índices pluviométricos elevados na época de semeadura e tem-se uma melhor resposta da planta adicionando-se nitrogênio ao fertilizante. Mascarenhas (1978 apud Cultivar 2002) verificou que em situações de chuva excessiva (encharcamento) estabelecem-se condições anaeróbicas no solo, o que durante o estágio inicial do desenvolvimento vegetativo da planta causou amarelamento das mesmas. O problema foi resolvido com a aplicação de Nitrogênio.

Quanto às quantidades aplicadas de fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O), as mesmas encontram-se dentro dos níveis normais recomendados pelo Manual de Adubação e Calagem do Estado do Mato Grosso para adubações de manutenção. Esta mesma publicação complementa que os solos do Estado do Mato Grosso não possuem uma boa resposta a adubações com altos índices de potássio, diferentemente da maioria dos estados onde a quantidade média recomendada é de 40 kg de K_2O por tonelada de fertilizante em adubações de manutenção.

O custo de aquisição do fertilizante utilizado foi de R\$1,27 kg^{-1} . Na área semeada com taxa fixa de fertilizante foram aplicados 150 $kg\ ha^{-1}$ e na área semeada com taxa variável de fertilizante foram aplicadas taxas que variaram entre 100 e 215 $kg\ ha^{-1}$.

É necessário mencionar que o método de aplicação de fertilizante formulado na linha de semeadura, baseado principalmente nos índices de fósforo, nutriente este que apresenta baixa mobilidade no perfil do solo (vertical) e que demonstra melhores resultados quando aplicado em profundidade (durante a semeadura), pode causar, ao longo dos anos, heterogeneidade nos índices de potássio ao longo do talhão, uma vez que este nutriente apresentou níveis iniciais homogêneos e quando aplicado em taxa variável juntamente com o fósforo pode causar “manchas” ao longo da área experimental, as quais podem necessitar correções futuras à taxa variável (BISSANI et al, 2004).

3.5 Semeadura

A operação de semeadura foi realizada no dia 31 de Outubro de 2013. A velocidade foi constante, fixada em 7 km.h^{-1} (recomendação do fabricante da semeadora adubadora para a máxima precisão do sistema de dosagem). O direcionamento entre passadas foi realizado utilizando-se o piloto automático integrado ao trator.

A semeadora adubadora foi regulada para depositar as sementes e o fertilizante a 5 cm e 10 cm de profundidade respectivamente. As sementes utilizadas foram previamente tratadas e grafitadas através de tamboreamento, a fim de facilitar seu escoamento dentro dos condutores da semeadora.

Foram realizadas 10 faixas de semeadura na área experimental, sendo que 5 destas foram feitas com taxa fixa de fertilizante e 5 à taxa variável, conforme a prescrição ilustrada no mapa de aplicação de fertilizante (figura 15).

Cada repetição constituiu-se de duas passadas da semeadora (ida e volta), sendo que o implemento estava configurado com 15 linhas de espaçamento 50 cm, cada repetição ficou estabelecida com 15 metros de largura por 700 metros de comprimento (figura 15).

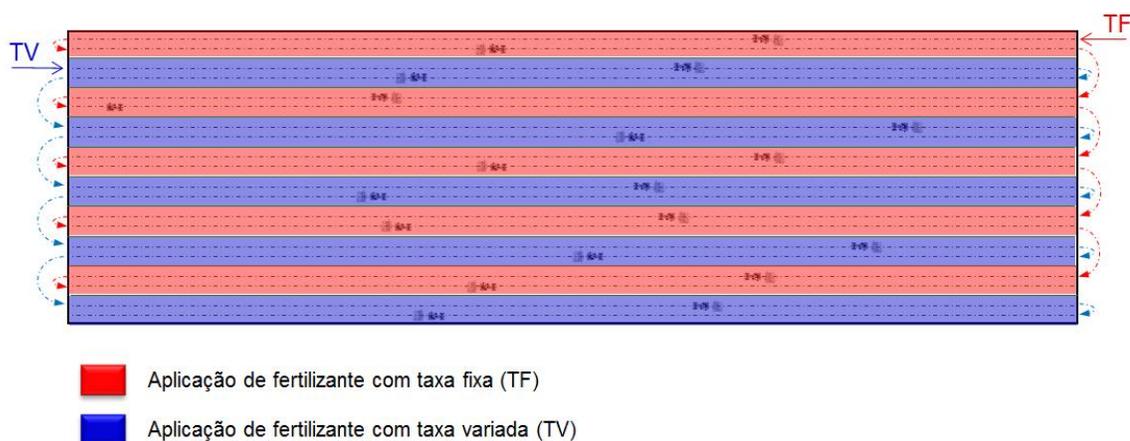


Figura 15 – Esquema da realização da semeadura a taxa fixa e variável.
 Fonte: O Autor (2014).

Para uma melhor representação da operação realizada, foi criada uma ilustração com o esquema da realização da semeadura, sobreposto ao mapa de aplicação de fertilizante (figura 16). A região demarcada na cor vermelha representa a semeadura realizada com taxa fixa de fertilizante, enquanto que as demais colorações representam a semeadura realizada com taxa variável.

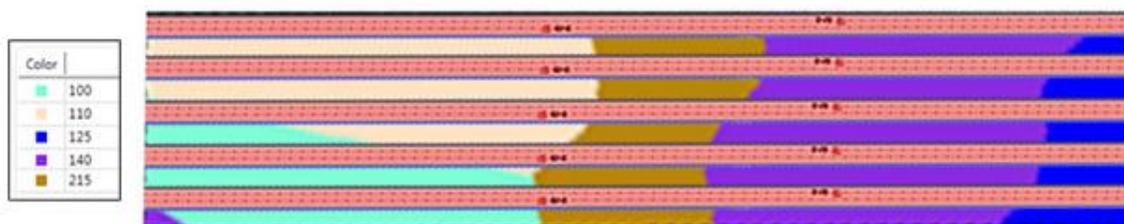


Figura 16 – Esquema da semeadura sobreposto ao mapa de aplicação de fertilizante.

Fonte: O Autor (2014).

3.6 Aplicação de insumos fitossanitários

O manejo fitossanitário da soja foi realizado com três aplicações de herbicida, sendo uma de dessecação com $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ de Gramoxone e mais duas aplicações para controle de plantas concorrentes com $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ de Round-up WG. Para o controle de insetos foram realizadas três aplicações do Inseticida Premio com dose de $0,05 \text{ L ha}^{-1}$ diluídos no tanque do pulverizador. O fungicida utilizado foi o Ópera, na dose de $0,6 \text{ L ha}^{-1}$, sendo que foram feitas três aplicações do mesmo.

A aplicação dos produtos fitossanitários foi realizada de forma uniforme em toda a área experimental com um pulverizador autopropelido modelo 4730 da marca John Deere, o qual possui uma largura de trabalho de 30,5 m.

3.7 Colheita

A colheita do experimento foi realizada no dia 10 de março de 2014, sendo que não houve registros de ataques significativos de pragas ou invasoras que pudessem comprometer a produtividade da área semeada.

Primeiramente foi realizada a colheita das bordaduras a fim de se realizar a calibração de todos os sensores (fluxo de massa, umidade, posição da plataforma), verificação das funções para geração de mapas e nivelamento das parcelas, deixando apenas os 10,54 ha centrais do experimento por serem colhidos.

Após a colheita das bordaduras e calibração dos sensores, foram colhidas as parcelas que haviam sido semeadas com taxa fixa de fertilizante na linha (figura 17) a uma velocidade constante de 6 km h^{-1} , sendo que a plataforma de 40 pés (12,2 metros) foi posicionada sempre no centro das parcelas, as quais haviam sido semeadas com 15 metros, deixando desta forma 1,4 metros sem colher em cada um dos lados. Essa distância foi preservada a fim de evitar que parte da parcela de um tratamento fosse colhida durante o processo de colheita da outra e também para evitar possíveis interferências da região de intercessão de tratamentos. Todas as operações de colheita foram realizadas com o auxílio de um piloto automático.



Figura 17 – Colheita das parcelas semeadas com taxa fixa de fertilizante.
Fonte: O Autor (2014).

Com todos os sensores do conjunto colhedora/plataforma já calibrados, o mapa de produtividade das parcelas semeadas com taxa fixa de fertilizante foi gerado.

Após a colheita das 5 repetições do primeiro tratamento, a colhedora efetuou o descarregamento do produto para pesagem e iniciou-se a colheita do tratamento a taxa variável de fertilizante, sendo que o procedimento foi o mesmo utilizado para a colheita do tratamento inicial (figura 18).

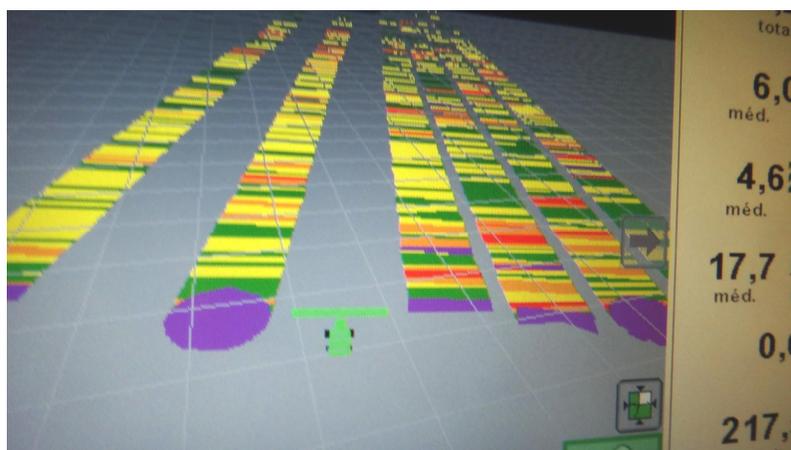


Figura 18 – Monitor de colheita durante a geração do mapa de produtividade das parcelas com taxa variável de fertilizante.

Fonte: O Autor (2014).

Após a finalização das operações de colheita, a área total colhida foi de 8,6 ha, sendo 4,3 ha pertencentes ao tratamento a taxa fixa de fertilizantes, divididos em 5 repetições de 0,86 ha e os 4,3 ha remanescentes pertencentes ao tratamento a taxa variável de fertilizante divididos da mesma forma que o primeiro.

O mapa de colheita completo pode ser verificado na figura 19, sendo que cada parcela colhida está identificada com letras (V), indicando que esta foi semeada com taxa variável de fertilizante e (F), indicando que a repetição foi semeada com taxa fixa de fertilizante.

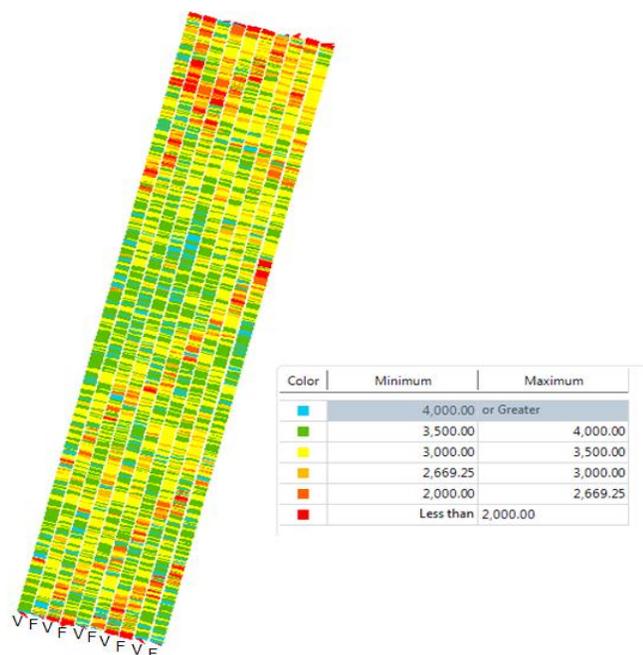


Figura 19 – Mapa de produtividade da área experimental.
Fonte: O Autor (2014).

Permaneceram na lavoura nove faixas com 2,8 metros de largura sem colher (figura 20).



Figura 20 - Linhas de soja não colhidas entre tratamentos.
Fonte: O Autor (2014).

Os mapas de produtividade gerados durante a operação de colheita foram carregados em um cartão de memória e transferidos para um computador a fim de que verificações pudessem ser feitas com o auxílio do *software Apex*.

3.8 Análise de custos e viabilidade econômica

Durante a realização do estudo foram registrados os custos fixos, compreendidos pela depreciação, custo de remuneração e seguro do capital imobilizado, custo de oportunidade da terra e de despesas com a comercialização da soja, bem como os custos variáveis compostos pelo custo da hora máquina que por sua vez considera combustível, manutenção e mão de obra; e os insumos e defensivos utilizados.

Os custos relacionados à utilização do trator, pulverizador, semeadora e colhedora bem como os relacionados a defensivos e mão de obra foram considerados para ambos os tratamentos de forma semelhante, uma vez que a área total de utilização em cada tratamento foi a mesma. No caso do custo de utilização do *kit* para taxa variável na semeadura, considerou-se apenas no tratamento com taxa variável de fertilizante.

No caso específico deste estudo, onde a velocidade de trabalho foi controlada para cada uma das operações e a largura de trabalho de cada máquina é conhecida, todos os custos foram calculados por hectare. A área considerada para os cálculos foi de 8,6 ha, correspondente a área colhida, sendo que 50% desta pertence ao tratamento com taxa fixa de fertilizantes e os 50% remanescentes a taxa variável.

Para o cálculo dos custos fixos, foram obtidos os preços das máquinas junto ao fabricante, onde foi fornecido um orçamento com os valores comerciais de cada uma das mesmas. A depreciação e o cálculo de remuneração do capital foram calculados de acordo com o método da Conab (2010).

A vida útil e o valor residual considerado para as máquinas utilizadas foram respectivamente de 15 anos e 20% para a semeadora, 10 anos e 20% para o trator, 8 anos e 5% para o pulverizador e de 10 anos e 25% para a colhedora. Para os equipamentos eletrônicos foi considerada uma vida útil de 5 anos e um valor residual de 5%, devido a sua rápida obsolescência, sendo que nesta categoria enquadra-se

o *kit* para realização de taxa variável da semeadora. A equação 1 trás a fórmula utilizada para se calcular a depreciação (CONAB, 2010). Para a transformação da vida útil de anos para horas, foi utilizada a estimativa de uso anual de cada máquina fornecida pela fazenda onde o estudo foi conduzido.

$$D = [(VN - VR)/VUh]. HsTr \quad (1)$$

Onde: D – Depreciação; VN – Valor do bem novo; VR – Valor residual do bem; VUh – Vida útil do bem definida em horas; HsTr – Total de horas trabalhadas pelo bem em uma safra.

O cálculo de remuneração do capital imobilizado no maquinário utilizado considerou uma taxa de retorno de 6% ao ano, como se o capital fosse colocado em outro investimento alternativo. A equação 2 demonstra os fatores envolvidos no cálculo (CONAB, 2010).

$$Rc = \{[(VN+VR)/2]/CAT\}. HsTr\}. J \quad (2)$$

Onde: Rc – Remuneração do capital; VN – Valor do bem novo; QM – Quantidade do bem; CAT – Capacidade anual de trabalho em horas, sendo definida como a razão entre a vida útil em horas e a vida útil do bem em anos; HsTr – Total de horas trabalhadas pelo bem em uma safra.

O cálculo do seguro sobre o capital imobilizado foi calculado utilizando-se a equação 3, sendo que a taxa anual de seguro adotada por recomendação da Conab (2010) é de 0,75% ao ano para máquinas e implementos agrícolas.

$$S = \{[(VN + VR)/2].TAS\}/VUh\}. HsTr \quad (3)$$

Onde: S – Seguro; VN – Valor do bem novo; VR – Valor residual do bem; TAS – Taxa anual do seguro; VUh – Vida útil do bem definida em horas; HsTr – Total de horas trabalhadas pelo bem em uma safra.

Além dos custos relacionados ao capital, temos os impostos relacionados a comercialização da produção, que no Estado do Mato Grosso são compostos pelo Fethab (Fundo Estadual de Transporte e Habitação) e pelo Facs (Fundo de apoio à cultura da soja). A alíquota do Fethab corresponde a 19,21% sobre o custo de

transporte da tonelada de soja, o qual no momento da realização do estudo representava R\$8,90 por tonelada. No que se refere ao Facs a alíquota é de 2,52% sobre o custo de transporte da tonelada de soja, representando no momento do estudo R\$1,17 por tonelada (SEFAZ - MT, 2014).

Para o cálculo do custo de oportunidade da terra utilizou-se a prática adotada na região da Cidade de Nova Mutum que considera para arrendamento, um pagamento de 10 sacas de soja ha⁻¹ ano⁻¹.

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

Onde: T_t – Tempo Total de Trabalho; L – Largura de trabalho do equipamento; V – Velocidade; E_f – Eficiência operacional.

Para que fosse possível determinar o custo por hectare, calculou-se a capacidade operacional efetiva de cada máquina. A eficiência operacional e velocidades de trabalho adotadas de acordo com a norma ASAE D230.4 (1988) foram respectivamente de 70% e 6 km h⁻¹ para o trator e semeadora, de 80% e 12 km h⁻¹ para o pulverizador e de 75% e 6 km h⁻¹ para a colhedora. O tempo teórico efetivo de trabalho foi calculado de acordo com a equação 04.

No que se refere aos custos variáveis temos o custo de máquinas, onde estão incluídos gastos com combustível, manutenção e mão de obra, os insumos, defensivos e, gastos com análises de solo e geração de mapas.

Para o cálculo dos custos de máquinas, foram considerados os valores de referência fornecidos pela fazenda onde foi conduzido o experimento para de mão de obra e manutenção. O consumo de combustível de cada máquina foi registrado durante cada uma das operações realizadas, sendo que o custo por litro de combustível foi de R\$2,42.

Os custos com lubrificantes foram calculados pelo rateio do número de horas trabalhadas durante o desenvolvimento do trabalho *versus* o período de troca de cada um dos mesmos em cada máquina e seu respectivo custo. O intervalo de troca do óleo e filtro do cárter, especificado para todas as máquinas utilizadas é de 375 horas. No caso do óleo e filtros hidráulicos/transmissão o intervalo de troca especificado é de 500 horas para o Pulverizador, 1000 horas para a Colhedora e 1500 horas para o Trator. Filtros de combustível devem ser substituídos a cada 500

horas e filtros de ar e fluido de arrefecimento anualmente em todas as máquinas utilizadas.

A utilização das máquinas em condições severas requerem intervalos de manutenção menores, principalmente para a troca de filtros, entretanto, a área onde foi realizado o experimento encontra-se dentro das condições normais de utilização do maquinário.

Os preços de venda dos itens de manutenção foram obtidos com uma concessionária do fabricante das máquinas utilizadas, a qual forneceu um relatório discriminando os valores associados a cada tipo de óleo e filtro necessário.

No que se refere às análises de solo, o valor cobrado pela empresa contratada para as análises de cada amostra simples, sem a geração de mapas de fertilidade foi de R\$21,50, enquanto que o valor para análise das amostras de solo e geração de mapas de fertilidade foi de R\$26,90 por ponto, sendo que no caso do experimento foi feita uma amostra de solo por hectare. O custo das amostragens simples foi utilizado para o cálculo de custos da área com taxa fixa de fertilizante, enquanto o custo das amostragens mais geração de mapas foi utilizada para o cálculo da área com taxa variável de fertilizante.

Além do registro dos custos envolvidos durante o desenvolvimento do experimento também foi considerada a entrada de capital, neste caso, representada pela venda da soja colhida nos dois tratamentos. O preço de venda do produto no momento da colheita do experimento foi de R\$0,89 kg⁻¹.

A análise da viabilidade econômica ou *payback* foi realizada comparando-se o lucro do tratamento a taxa variável de fertilizante em relação ao lucro do tratamento a taxa fixa, bem como através da análise da área semeada necessária para se pagar o investimento de aquisição dos equipamentos da semeadora para se fazer taxa variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Custos

4.1.1 Custos Fixos

O maquinário utilizado para a realização do experimento foi utilizado como base para o cálculo dos custos fixos por ha^{-1} para os tratamentos à taxa fixa e variável de fertilizante. É possível observar que se tratam de máquinas com pouco uso, sendo o ano de fabricação do trator e pulverizador, 2012, e da semeadora, colhedora e kit para taxa variável, 2013. Na tabela 01 é possível verificar a depreciação de cada uma destas máquinas e equipamentos por hectare para o tratamento a taxa fixa (TF) e variável (TV) de fertilizante.

Tabela 1 – Depreciação das máquinas utilizadas no estudo.

Máquina	Ano de Fab.	Valor da Máq. Nova (R\$)	Valor Residual (R\$)	Vida Útil		Depreciação (R\$)		
				(h^{-1})	(ha)	(h^{-1})	TF (ha^{-1})	TV (ha^{-1})
Trator JD8430	2012	307.340	61.468	10.000	36.750	24,59	6,69	6,69
Semeadora JD2117	2013	155.000	31.000	3.000	11.025	41,33	11,25	11,25
Pulverizador JD4730	2012	420.000	21.000	5.000	80.062	79,80	4,98	4,98
Colhedora JD9770 STS	2013	890.000	222.500	3.150	20.175	211,90	33,08	33,08
Kit para Taxa Variável	2013	12.300	615	1.500	6.300	7,79	-	1,85
Total	-	1.784.640	336.583	-	-	365,42	56,01	57,86

O valor total das máquinas utilizadas para o experimento foi de R\$1.784.640, sendo que o valor residual total deste maquinário para o cálculo da depreciação foi de R\$336.583. Nota-se que a colhedora apresenta o maior valor de aquisição dentre todas as máquinas utilizadas, seguida pelo pulverizar e o trator. O *kit* para taxa variável apresenta o menor valor de aquisição, R\$12.300, correspondendo a

aproximadamente 8% do valor da semeadora, máquina esta onde o sistema é instalado.

É possível verificar que de todas as máquinas utilizadas no estudo, o único componente exclusivo para a semeadura a taxa variável de fertilizante foi o *kit* para taxa variável, sendo que o valor de aquisição deste representa menos de 1% no valor total das máquinas utilizadas.

No que se refere à depreciação, observa-se que a valor total por hora (h) é de R\$356,42, sendo que destes R\$211,90 (60%), correspondem à depreciação horária da colhedora. Quanto ao *kit* de taxa variável, pode-se verificar uma depreciação horária de R\$7,79, o qual corresponde a aproximadamente 2% da depreciação total por hora.

Através das informações relacionadas à velocidade, largura de trabalho e da eficiência operacional de cada uma das máquinas, pode-se calcular a vida útil e a depreciação por hectare. No tratamento a taxa fixa de fertilizante pode-se observar uma depreciação total por hectare de R\$56,01, enquanto que no tratamento a taxa variável o valor obtido foi de R\$57,86, ou seja, 3,3% maior do que a do tratamento anterior devido à utilização do *kit* de taxa variável. A figura 21 ilustra a depreciação para os tratamentos a taxa fixa e variável graficamente.

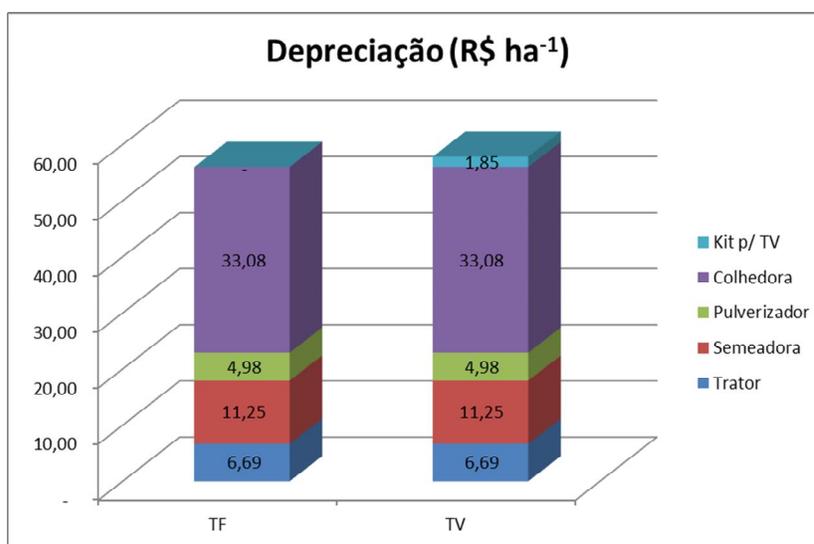


Figura 21 – Depreciação do maquinário na semeadura dos tratamentos.
Fonte: O Autor (2014).

Percebe-se que apesar de o *kit* de taxa variável representar menos de 1% do valor total de aquisição das máquinas, este corresponde a 3,3% nos custos de depreciação por ha⁻¹. Isso se deve ao fato de que este sistema possui uma vida útil menor do que a do restante o maquinário, o que gera um valor maior de depreciação por ha⁻¹.

Para identificar o total de custos fixos associados a cada um dos dois tratamentos analisados, além da depreciação, devem também ser considerados os custos relacionados à remuneração do capital imobilizado com a aquisição de máquinas bem como o seguro relacionado a este capital. Os custos de oportunidade da terra e de comercialização da produção também fazem parte dos custos fixos e seguem demonstrados na tabela 2.

Tabela 2 – Custos fixos calculados para os dois tratamentos.

Descrição	Taxa fixa de fertilizante	Taxa variável de fertilizante R\$ ha ⁻¹	Média
Depreciação do maquinário	56,01	57,86	56,93
Remuneração do capital imobilizado	25,94	26,24	26,09
Seguro sobre o capital imobilizado	3,24	3,32	3,28
Custo de oportunidade da terra - Arrendamento	267,50	267,50	267,50
Custos de comercialização (Fethab e Facs)	32,63	33,70	33,16
Total de custos fixos ha⁻¹	385,31	388,62	386,97
Diferença de custo da TV-TF		3,31	

A partir da análise dos custos fixos é possível verificar que o custo de oportunidade da terra (arrendamento) possui a maior participação nos custos totais, tendo um valor de R\$267,50 ha⁻¹ (69%). O custo relacionado à depreciação possui também uma importante participação no total, com um valor médio de R\$56,93 ha⁻¹ (14%).

Considerando-se o custo fixo total dos dois tratamentos, é possível verificar que este foi R\$3,31 ha⁻¹ (0,8%) maior no tratamento a taxa variável de fertilizantes do que no tratamento a taxa fixa. O custo superior está associado ao capital do maquinário, onde incidem os custos de depreciação, remuneração e seguro do capital. Por outro lado, Vieira e Brizolla (2007 apud Werner, 2007), afirmam em seus estudos que apesar dos custos com depreciação aumentarem na medida em que se

aumenta o grau de mecanização, existe uma redução dos gastos com mão de obra. A figura 22 ilustra a participação de cada uma das categorias no custo fixo total.

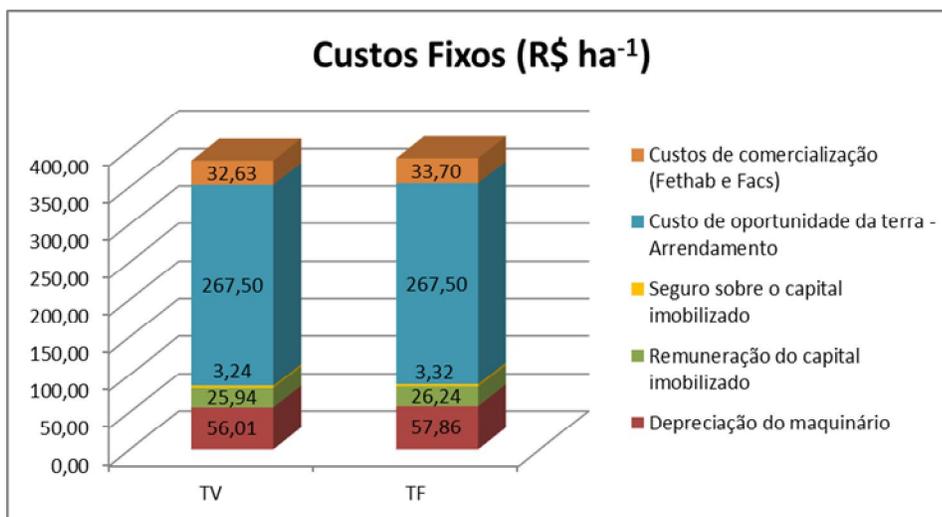


Figura 22 – Custos fixos associados a semeadura dos tratamentos a TV e TF.
Fonte: O Autor (2014).

4.1.2 Custos Variáveis

No que se refere aos custos variáveis associados à semeadura dos dois tratamentos analisados, consideraram-se os custos com aquisição de insumos e produtos para o tratamento fitossanitário, e custo das máquinas, composto por mão de obra, combustível e manutenção.

A quantidade de fertilizante aplicada no tratamento à taxa fixa foi constante, ajustada em 150 kg ha⁻¹. Para o tratamento a taxa variável, a quantidade de fertilizantes aplicada variou de 100 a 215 kg ha⁻¹ e o total aplicado em cada uma das taxas pode ser observado na tabela 03.

Tabela 3 – Quantidade de fertilizante aplicado para cada taxa em cada repetição do tratamento à taxa variável de fertilizante.

Repetição	Taxa de aplicação (kg ha ⁻¹)					Total (kg)	Total (kg.ha ⁻¹)
	100	110	125	140	215		
1	0,0	42,9	7,5	36,4	32,3	119,1	138,4
2	0,0	44,0	10,0	33,6	30,1	117,7	136,9
3	14,0	27,5	11,3	36,4	25,8	115,0	133,7
4	35,0	2,2	10,0	35,0	34,4	116,6	135,6
5	33,0	0,0	16,3	36,4	30,1	115,8	134,6
Quantidade total	82,0	116,6	55,0	177,8	152,7	584,1	-
Quantidade média	16,4	23,3	11,0	35,6	30,5	116,8	135,8

*Cada repetição corresponde a uma área de 0,86 ha.

A quantidade total de fertilizante e a média por ha⁻¹ aplicada no tratamento à taxa fixa foram respectivamente 645 kg e 150 kg ha⁻¹, enquanto que no tratamento a taxa variável a quantidade total e a média por ha⁻¹ foram respectivamente 584,1 kg e 135,8 kg ha⁻¹. É possível observar que a quantidade média de fertilizante utilizado no tratamento a taxa variável foi 14,17 kg ha⁻¹ (9,5%) menor do que no tratamento a taxa fixa.

Os custos variáveis calculados para os insumos e gastos com máquinas para os dois tratamentos estudados estão apresentados na tabela 04.

Tabela 4 – Custos fixos por ha⁻¹ calculados para os dois tratamentos.

Descrição	Taxa fixa de fertilizante	Taxa variável de fertilizante	Média
Custos variáveis de insumos		R\$ ha⁻¹	
Sementes	125,28	125,28	125,28
Fertilizante	190,50	172,50	181,50
Herbicida (Round-up WG)	72,00	72,00	72,00
Herbicida (Gramoxone)	26,85	26,85	26,85
Fungicida (Opera)	21,60	21,60	21,60
Inseticida (Premio)	51,00	51,00	51,00
Total de insumos	487,23	469,23	478,23
Outros custos variáveis		R\$ ha⁻¹	
Manutenção (Reparos, Lubrificantes e Filtros)	17,27	20,27	18,77
Combustível	78,47	78,47	78,47
Mão de obra temporária	35,40	35,40	35,40
Análises de solo	21,50	26,90	24,20
Transporte	453,63	453,63	453,63
Total de outros custos	606,27	614,67	610,47
Custo variável total	1.093,50	1.083,90	1.088,70
Diferença de custo da TV-TF		-9,60	

É possível observar que os custos relacionados ao transporte dos grãos até o porto e com a aplicação de fertilizantes possuem a maior participação dentro dos custos variáveis de cada tratamento, correspondendo em média respectivamente a 41,6% e 16,6% na composição do custo variável total. O gasto com a aquisição de fertilizantes no tratamento a taxa variável foi R\$18,00 ha⁻¹ (9,4%) menor do que no tratamento a taxa fixa de fertilizante, por outro lado, os custos relacionados à manutenção e reparos, e às amostras de solo feitas no tratamento a taxa variável combinados foram R\$8,40 ha⁻¹ (12%) maiores do que a do outro tratamento. No comparativo final dos custos variáveis, o tratamento a taxa variável mostrou-se R\$9,60 ha⁻¹ (0,8%) menor do que o tratamento a taxa fixa.

O maior custo de manutenção na semeadura a taxa variável se deve principalmente a quantidade de componentes elétricos e hidráulicos existentes no *kit* de taxa variável, os quais necessitam reparos mais frequentes. Na semeadora utilizada para aplicação de fertilizante a taxa fixa, tem-se apenas componentes mecânicos (engrenagens e correntes) no sistema de transmissão, os quais possuem um custo e frequência de manutenção menores.

No que se refere ao custo superior das amostras de solo utilizadas para o tratamento a taxa variável, é necessário mencionar que estas são essenciais para que se possa fazer um correto manejo da fertilidade da lavoura, aplicando a quantidade correta de fertilizante nos locais adequados (AMADO, 2006). A geração de mapas possibilitou a aplicação em taxa variável, trazendo uma economia de R\$18,00 ha⁻¹ (9,4%) com aquisição de fertilizantes. A figura 23 ilustra a participação de cada uma das categorias no custo fixo total.

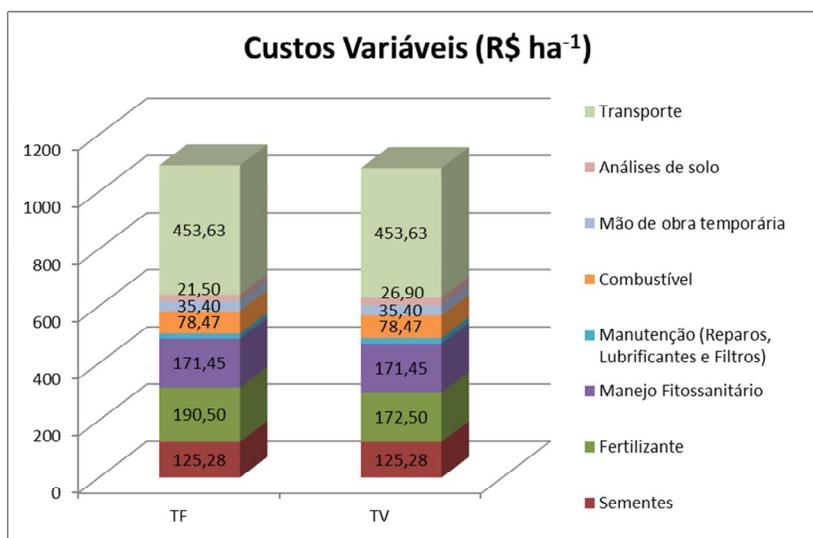


Figura 23 – Custos variáveis associados a semeadura dos tratamentos a TV e TF.
Fonte: O Autor (2014).

4.2 Produtividade e receita

As informações relacionadas ao produto colhido tais como quantidade, umidade, peso líquido e peso seco foram geradas e armazenadas durante a colheita e seguem demonstradas na tabela 05.

Tabela 5 – Resultados da colheita dos tratamentos analisados.

Taxa fixa de fertilizante							
Repetição	1	2	3	4	5	Total	Média
Umidade Média (%)	19	18	18	17	17	-	18
Peso Líquido (kg)	3.058	2.920	2.959	2.875	2.896	14.708	2.942
Peso Seco (kg)	2.858	2.768	2.808	2.741	2.758	13.933	2.787
Área Trabalhada (ha)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	4,3	0,86
Produtividade (kg ha⁻¹)	3.323	3.219	3.265	3.187	3.207	-	3.240
Taxa variável de fertilizante							
Repetição	1	2	3	4	5	Total	Média
Umidade Média (%)	17	16	16	16	16	-	16
Peso Líquido (kg)	2.878	2.940	3.024	2.981	3.021	14.844	2.969
Peso Seco (kg)	2.770	2.828	2.941	2.905	2.946	14.390	2.878
Área Trabalhada (ha)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	4,3	0,86
Produtividade (kg ha⁻¹)	3.221	3.288	3.420	3.378	3.426	-	3.347

Através da análise dos resultados demonstrados na tabela 5, pode-se perceber que o peso total seco de grãos colhidos no tratamento à taxa fixa de fertilizantes foi de 13.933 kg, com uma produtividade média de 3.240 kg ha⁻¹.

No tratamento a taxa variável de fertilizantes foram colhidos 14.390 kg, 3,3% a mais do que no tratamento a taxa fixa, sendo que a produtividade média foi de 3.347 kg ha⁻¹, também 3,3% superior ao tratamento anteriormente descrito.

Acredita-se que pelo fato de a fazenda onde o estudo foi realizado já fazer adubação a lanço à taxa variável há cinco anos, a produtividade da área possui uma maior estabilidade. Em situações onde o histórico de manejo não possuir práticas de AP já implantadas, pode-se obter resultados com diferença ainda maior quando comparada a semeadura a taxa variável de fertilizante com a semeadura à taxa fixa deste insumo.

No momento da venda do produto colhido o preço pago pela soja era de R\$0,89 kg⁻¹ o que gerou uma receita de R\$2.883,60 ha⁻¹ para o tratamento a taxa fixa e de R\$2.978,83 ha⁻¹ para o tratamento a taxa variável de fertilizante, ou seja, R\$95,23 ha⁻¹ (3,3%) a mais do que o primeiro tratamento (taxa fixa).

A figura 24 demonstra graficamente a produtividade de cada uma das repetições dos dois tratamentos analisados.

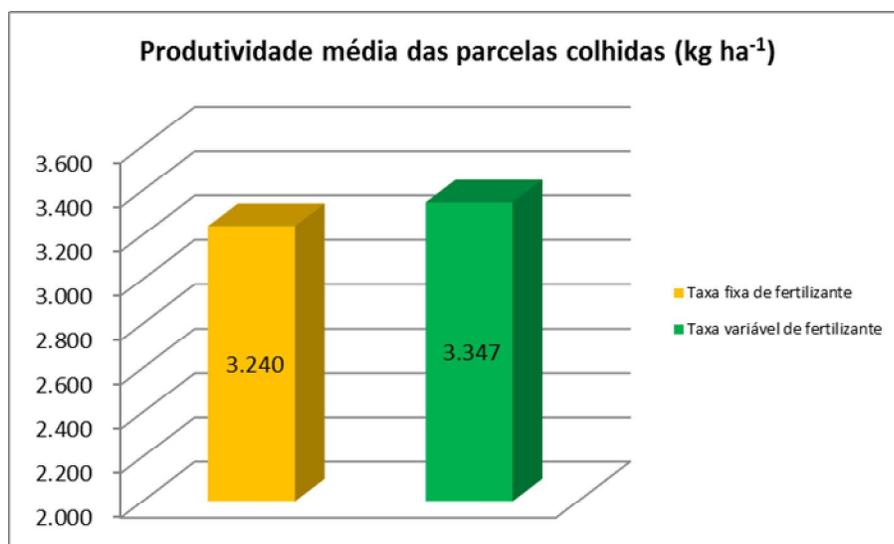


Figura 24 – Produtividade das parcelas dos tratamentos analisados.
Fonte: O Autor (2014).

4.3 Lucro

Com base no somatório dos custos fixos e variáveis, envolvidos com a semeadura de soja em cada um dos tratamentos bem como na quantidade de produto colhido, fez-se possível a verificação do lucro de cada um dos tratamentos.

A tabela 6 apresenta o lucro obtido com a semeadura à taxa fixa e variável de fertilizante bem como a diferença de lucratividade obtida com a taxa variável sobre a taxa fixa.

Tabela 6 – Lucro dos tratamentos analisados

Descrição	Taxa fixa de fertilizante	Taxa variável de fertilizante	Média
	R\$ ha ⁻¹		
Custo fixo	385,31	388,62	386,97
Custo variável	1093,50	1083,90	1088,70
CUSTO TOTAL	1478,82	1472,53	1475,67
RECEITA	2883,60	2978,83	2931,22
LUCRO	1404,78	1506,30	1455,54
Diferença da TV-TF	101,52		

Os resultados apresentados demonstram que os custos fixos do tratamento a taxa variável de fertilizante foram R\$3,31 ha⁻¹ (0,8%) superiores aos do tratamento a taxa fixa, enquanto que os custos variáveis do primeiro tratamento foram R\$9,60 ha⁻¹ (0,8%) menores, fazendo com que os custos totais fossem R\$6,29 ha⁻¹ (0,4%) menores para o tratamento a taxa variável de fertilizante.

A análise dos dados demonstra que a receita obtida com o tratamento a taxa fixa de fertilizantes foi de R\$2.883,60 ha⁻¹ enquanto que a receita do tratamento a taxa variável foi de 2978,83 ha⁻¹, ou seja, 3,3% maior do que a taxa fixa.

Deduzindo o custo total das receitas, chegou-se a um lucro de R\$1404,78 ha⁻¹ e de \$1506,30 respectivamente para os tratamentos a taxa fixa e variável de fertilizante. A diferença entre os dois tratamentos foi de R\$101,52 ha⁻¹ (7,2%), sendo que o tratamento a taxa variável apresentou o maior lucro. A figura 25 demonstra graficamente o lucro obtido com cada tratamento.

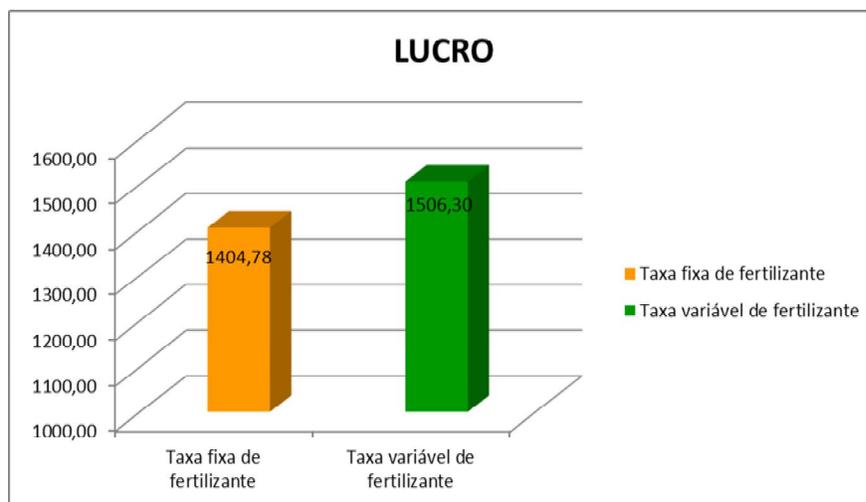


Figura 25 – Lucro dos tratamentos estudados.
Fonte: O Autor (2014).

Os resultados do estudo vão ao encontro dos obtidos por Amado (2006), durante a realização do projeto *Aquárius*, onde através da redução da utilização de fertilizantes, a propriedade analisada teve uma redução de custos de aproximadamente R\$120,00 ha⁻¹ (53%).

Fiorin et al. (2011), encontraram resultados superiores de produtividade em áreas manejadas pelo sistema de AP em produtores de cooperativas do Estado do Rio Grande do Sul. Além do aumento de produtividade das áreas, também foram possíveis reduções nas quantidades de fertilizante aplicadas na lavoura, maximizando ainda mais os lucros.

4.4 Viabilidade Econômica e *Payback*

Analisando-se a diferença de lucratividade por hectare do tratamento à taxa variável de fertilizante em relação ao tratamento à taxa fixa, que foi de R\$101,52 a mais, bem como em posse do o valor de aquisição do *kit* para a realização da taxa variável, não incluindo o monitor do trator e a antena receptora, foi possível calcular o tempo necessário para se pagar o investimento de R\$12.300,00.

Dividindo-se o valor de aquisição do *kit* pela diferença de lucratividade entre tratamentos, R\$101,52, obtém-se que são necessários aproximadamente 122 hectares em condições similares ao da área experimental utilizada para que se possa recuperar o investimento realizado.

Considerando-se que uma semeadora adubadora deste porte possui uma média de uso anual de 300 horas ou aproximadamente 900 hectares, o investimento é pago em menos de um ano de uso.

Sendo que a vida útil considerada para o *kit* de taxa variável é de 1500 horas, ou aproximadamente 4500 hectares (considerando-se a média de uso anual da semeadora), ainda restariam 4378 hectares para serem semeados, com o investimento de aquisição do equipamento já pago.

Se condições similares as encontrada no experimento forem consideradas, o lucro adicional obtido após os cinco anos (vida do equipamento) seria de R\$444.454,56 a mais para a semeadura a taxa variável do que para a semeadura a taxa fixa de fertilizante. Pode-se também verificar que sendo o custo de aquisição do conjunto Trator e Semeadora utilizados no experimento de aproximadamente R\$463.000,00, a cada cinco anos seria possível comprar mais um destes conjuntos apenas com o lucro adicional obtido com a utilização de taxa variável de fertilizantes.

Outra análise possível é a relacionada à viabilidade do investimento em situações onde a diferença de lucratividade fosse menor do que a encontrada no presente estudo, por exemplo, considerando-se uma diferença de lucro de R\$30,00 ha⁻¹ (33%) para a semeadura a taxa variável ao invés de R\$101,52 ha⁻¹, seriam necessários 410 ha para se recuperar o investimento, ou seja, sendo a média de uso anual da semeadora de 300 horas ou 900 ha, precisar-se-ia o equivalente há meio ano para o retorno do investimento.

Segundo Dossa et al. (2000), a análise da viabilidade de investimentos deve ser sempre realizada de forma comparativa, ou seja, verificando-se o rendimento ou o retorno de um determinado projeto ou investimento em relação a outro, como por exemplo, aplicar o dinheiro em caderneta de poupança. A decisão de onde investir deve ser baseada na melhor oportunidade de rendimentos a curto e longo prazo bem como em relação aos riscos associados.

Comparando-se o retorno do investimento relacionado à aquisição do *kit* de taxa variável com outra oportunidade de aplicação que remunere o capital aplicado em 13% ao ano, comumente oferecida por instituições financeiras, demonstra que o

investimento relacionado ao *kit* é altamente viável uma vez que possui um retorno de aproximadamente 700% ao ano, em condições similares as da realização do experimento, onde se tem a média de uso anual da semeadora de 900 ha ano⁻¹ e o retorno do investimento em 122 ha.

A figura 26 ilustra o lucro relacionado à aplicação de fertilizante a taxa variável em relação à área semeada bem como o ponto de equilíbrio onde ocorre o retorno do investimento relacionado à aquisição do *kit* de taxa variável. O lucro em relação à quantidade de hectares semeados pode ser calculado através da equação 5:

$$L = 101,52 \times \text{haSem} - 12.300 \quad (5)$$

Onde: L – Lucro; haSem – Quantidade de hectares semeados

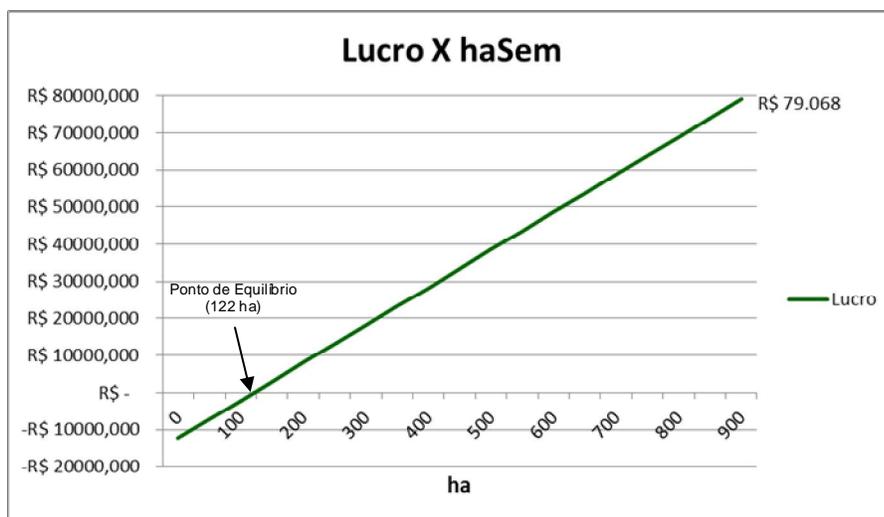


Figura 26 – Lucro em relação a quantidade de hectares semeados a taxa variável de fertilizante.

Fonte: O Autor (2014).

5 CONCLUSÕES

Da análise dos resultados obtidos no presente estudo, comparando a semeadura de soja à taxa fixa de fertilizantes (TF) com a semeadura a taxa variável deste insumo (TV) na área experimental utilizada, concluiu-se que:

- A realização da semeadura a taxa variável teve um custo total R\$6,29ha⁻¹ (0,4%) menor em relação à semeadura a taxa fixa de fertilizante.

- O lucro apresentado pela semeadura à taxa variável foi R\$101,52 ha⁻¹ (7,2%) maior do que o lucro obtido com a semeadura à taxa fixa de fertilizante.

- Os resultados calculados demonstram que o tempo de retorno do investimento para aquisição do *kit* necessário para realização da taxa variável de fertilizantes é de aproximadamente 122 ha, demonstrando a viabilidade do mesmo na condição estudada.

6 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Realizar a análise de viabilidade econômica de semeadura a taxa variável de fertilizante na cultura do milho, onde a adubação tem um maior impacto na resposta e conseqüentemente na produtividade da planta, evidenciando de forma mais contundente os benefícios da fertilização em taxa variável na linha de semeadura.

Realizar estudo para verificar a diferença de produtividade existente entre talhões semeados com taxa fixa e variável de sementes de soja e também de milho uma vez que estas representaram o segundo maior custo em insumos durante a realização do presente estudo e também possuem o potencial de serem otimizadas de acordo com a fertilidade do solo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural Machinery Management** (ASAE D230.4). St. Joseph: ASAE, 1988.

AMADO, T.J.C. et al. **Projeto Aquarius-Cotrijal:pólo de AP**. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 91 n. 1, p. 39-47, jan/fev. 2006.

ANDA. **Fertilizantes**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_tematicas/Insumos_agropecuarios/72RO/app_fertilizantes.pdf>. Acesso em: Junho de 2014.

ANTUNES, L. M.; RIES, L. R. **Gerência agropecuária: análise de resultados**. 3 Ed. Guaíba: Agropecuária, 2001.

BALASTREIRE, L. A.; ELIAS, I. A.; AMARAL, J. R. **Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade da cultura do milho**. Revista Engenharia Rural, 1997.

BALASTREIRE, L. A. **Agricultura de Precisão**, Piracicaba, 1998. 68p.

BALASTREIRE, L. A. **O estudo da arte da agricultura de precisão no Brasil**. Piracicaba, 2000.

BALASTREIRE, L. A.; BAILO, F. H. R. Avaliação do desempenho de um GPS com algoritmo otimizado sem sinal de correção para a agricultura de precisão. In: BALASTREIRE, L. A. **Avanços na agricultura de precisão no Brasil no período de 1998-2001**. Piracicaba, 2002. p. 285-288.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. Piracicaba, 2000.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O.. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Departamento de solos URS, 2004.

CONAB. **Custos de Produção Agrícola: A Metodologia da Conab**. Disponível em: < www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custos.pdf >. Acesso em: Junho de 2014.

CULTIVAR. **Adubar ou não?**. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=693>, 2002. Acesso em Junho de 2014.

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

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

FAEP, **Embrapa Inaugura Laboratório de Agricultura de Precisão**. Disponível em: < <http://www.sistemafaep.org.br/embrapa-inaugura-laboratorio-de-agricultura-de-precisao.html>>, 2013, Acesso em: Junho de 2014.

FIORIN, J.A.; COCCO, K.L.T.; AMADO, T.J.C; WYZYKOWSKI, T.; LORENZONI, J.; SILVA J.V.R.; HAUSCHILD, F.E.G. **Viabilidade Técnica e Econômica da Agricultura de Precisão no Sistema Cooperativo do Rio Grande do Sul**. Disponível em: < <http://www.unicruz.edu.br/seminário/artigos/agrarias> >, 2011. Acesso em: Junho de 2014.

FLOSS, L. G. **Conceitos básicos de administração rural**. Passo Fundo: Floos consultoria e assessoria em agronegócios LTDA. 2004

FRANÇA, G.E.; OLIVEIRA, C.A.; MANTOVANI, E.C.; ANDRADE, C.L.T.; MARRIEL, I.E.. **Análise preliminar de mapas de variabilidade espacial da fertilidade de solo**. In: BORÉM, A. et al. (Org.) *Agricultura de Precisão*. Viçosa. UFV, MG. 2000. Pg 339-356.

GIOTTO, Enio & SEBEM, Elódio. **A topografia com o sistema CR – TP0 6.0**. – Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Engenharia Rural: FATEC, 2001.

GOERING, C. E. Recycling a concept. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, v. 74, nov. 1993.

KELLOGG, C. E. We seek; we learn. In: STEFFERUD, A. (ed.). **The yearbook of agriculture**. Washington: U. S. Department of Agriculture e U. S. Government Printing Office, 1957.

KUHAR, J.E.(ed) **The Precision-farming guide for agriculture Moline, 1997. 117p.**

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

MALZER, G. L. *Is Precision farming good for society? Better Crops With Plant Food*, Norcross, v. 80, n. 3, p. 6-8, 1996.

MAPSTORE MAPAS AMBIENTAIS. **Mapa do uso do solo do município de Nova Mutum/MT**. Disponível em: www.mapstore.eco.brmapa-carta-uso. Acesso em Abril de 2014.

MIALHE, L.G. Máquinas Agrícolas para Plantio. Campinas – SP: Millennium Editora, 2012.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9 Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA MUTUM. **Dados geográficos**. Disponível em <www.novamutum.mt.gov.br/nova-mutum/dados-geograficos> Acesso em: Junho de 2014.

PORTELLA, A.J. **Semeadoras para plantio direto**. Ed. Aprenda Fácil. Voçosa – MG, 2001.

QUEIROZ, D.M. de DIAS, G.P. MANTOVANI, E.C. **Agricultura de precisão na produção de grãos**. In. BORÉM, A.B.; GIÚDICE, M.P.; QUEIROZ, D.M.; MANTOVANI, E.C.; FERREIRA, L.R.; VALLE, F.X.R.; GOMIDE, R.T. Agricultura de Precisão. Viçosa: UFV, 2000.p1-42.

REICHARDT, K.; VIEIRA, S.R. & LIBARDI, P.L. **Variabilidade espacial de solos e experimentação de campo**. R. Bras. Ci. Solo, 1986.

SANTI, A. L., Amado, T. J. C., Pontelli, C.B., Schenato, R.B., Bellé, G.L., Dellamea, R.B.C., Pés, L., Pizzuti, L. **Indicadores da qualidade e da expressão do potencial produtivo do solo sob sistema plantio direto – dados preliminares**. Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, Recife, 2005.

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

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

SEARCY, S. W. **Engineering systems for site-specific management: opportunities and limitations**. In: INTERNATIONAL MANAGEMENT FOR AGRICULTURAL SYSTEMS, 1, 1995, Estados Unidos. Estados Unidos: Proceedings, 1995.

SEFAZ. **O que é Fethab e Facs e Fabov?**. Disponível em: < <http://www.sefaz.mt.gov.br/portal/AgendaVirtual/?acao=openPage&codgConteudo=338>> 2014. Acesso em: Junho de 2014.

SILVA, C.B.; MORETTO, A. C.; RODRIGUES, R. L. **Viabilidade Econômica da Agricultura de Precisão: O Caso do Paraná**, Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/12O499.pdf>>. Acesso em: 12 Julho de 2013.

SILVEIRA, G.M. **Máquinas para Plantio e Condução de Culturas**. Ed. Aprenda Fácil. Viçosa – MG, 2001.

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

VALENTINI, M. L.; GIMENEZ, L. M. **O que você precisa saber sobre agricultura de precisão**. Informativo Fundação ABC, Castro, ano 2, n. 9, 2000.

VALENCIA, L.I.O.; MEIRELLES, M.S.; FUKS, S.D: **Métodos geoestatísticos para análise e avaliação de riscos em Agricultura de Precisão**. In, www.ic.unicamp.br/~cmbm/geoinfo/papers/138ivanluis.pdf; 2003, consulta em 02/05/2014.

VEZZANI, F.M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. Porto Alegre, 2001. 143 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)- Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

WILLIS, P.R., CARTER, P.G., JOHANNSEN, C.J. Assessing yield parameters by remote sensing techniques. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4, 1998, St. Paul. Proceedings... Madison: American Society of Agronomy, 1999. Part A, p. 1465-73.

WERNER, V. **Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria – RS. Santa Maria, 2007.