

**LEANDRO RAFAEL VANSOLINI DE OLIVEIRA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE AGRO-ECONÔMICA DA  
AGRICULTURA DE PRECISÃO EM RELAÇÃO À AGRICULTURA  
CONVENCIONAL NO CERRADO**

**CURITIBA - PR**

**2014**

LEANDRO RAFAEL VANSOLINI DE OLIVEIRA

ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE AGRO-ECONÔMICA DA  
AGRICULTURA DE PRECISÃO EM RELAÇÃO À AGRICULTURA  
CONVENCIONAL NO CERRADO ©

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de Especialista em Agronegócio no curso de Pós-Graduação em Agronegócio do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, UFPR – Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. MsC. Silvio Krinski

CURITIBA - PR

2014

Aos meus pais José Eduardo de Oliveira e Regina Célia Vansolini de Oliveira, a minha irmã Vanessa, ao meu irmão Rafael e aos meus amigos que me ajudaram e apoiaram durante este curso.

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que está e esteve sempre ao meu lado, me dando força para alcançar os meus objetivos.

Aos meus amigos e colegas pela grande amizade e pelo apoio recebido nos estudos.

À toda a minha família que sempre esteve do meu lado.

À minha namorada por me apoiar e pelo carinho no decorrer desta jornada.

À Empresa PLANTAR – Planejamento e Assistência Técnica LTDA, em especial ao Engenheiro Agrônomo Carlos Justin Iora.

Ao Grupo CAMPO – Análises Agrícolas e Ambientais em especial aos Engenheiros Agrônomos Geraldo Jânio de Oliveira Lima e Thiago Ferreira Cunha.

Ao produtor rural Neivaldo Cappellesso, por ter cedido a área para que pudéssemos realizar a coleta dos dados.

"Um pessimista vê uma dificuldade em cada oportunidade; um otimista vê uma oportunidade em cada dificuldade."

(Winston Churchill)

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Mapa da Poligonal dos Pontos de Amostragem Georreferenciada da Área 55 da Fazenda Rocha ou Bonfin, Paracatu - MG.....	32
FIGURA 2 - 3 - Equipamento Mecânico Utilizado para Realizar a Coleta de Solo e Veículo Adaptado com Equipamento de Navegação.....	33
FIGURA 4 - Divisão da Área em Glebas para Amostragem de solo.....	34
FIGURA 5 - Caminhão Equipado com Distribuidor de Corretivos e Fertilizantes, Hercules 24000.....	37
FIGURA 6 - Mapa Temático da Necessidade de Calcário Dolomítico e Mapa da Variabilidade Espacial de pH na Fazenda Rocha ou Bonfin, Área 55, Paracatu - MG.....	39
FIGURA 7 - Mapa Temático da necessidade de Gesso Agrícola e Mapa da Variabilidade Espacial de Enxofre na Fazenda Rocha ou Bonfin, Área 55, Paracatu - MG.....	40

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 - Conceitos de Custos de Oportunidade Sob o Enfoque Econômico.....	31
---	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Valores Referenciais para Y em Função da Textura do Solo.....	25
TABELA 02 - Necessidade de Gesso (NG) de Acordo com o Teor de Argila de Uma Camada Supersuperficial de 20 cm de Espessura.....	28
TABELA 03 - Descrição das análises químicas e físicas realizadas .....	35
TABELA 04 - Descrição das zonas de manejo para calagem .....	40
TABELA 05 - Descrição das zonas de manejo para gessagem .....	41
TABELA 06 - Recomendação para Correção de Solo Através de Calcário Dolomítico.....	41
TABELA 07 - Demonstração da Média Textural do Solo.....	42
TABELA 08 - Descrição dos custos iniciais para a adoção da agricultura de precisão (AP) e agricultura convencional (AC).....	43
TABELA 09 - Demonstrativo do valor de cada insumo e serviços.....	43
TABELA 10 - Descrição dos insumos, custos e quantidades em relação as atividades de correção de solo adotando a agricultura de precisão (AP) .....	44
TABELA 11 - Descrição dos insumos, custos e quantidades em relação as atividades de correção de solo adotando a agricultura convencional (AC) .....	45
TABELA 12 - Análise Agro-Econômica Comparativa entre a Aplicação de Corretivos em Taxa Variável (AP - Agricultura de Precisão) e Taxa Fixa (AC - Agricultura Convencional).....	47

## **LISTA DE SIGLAS**

AP – Agricultura de Precisão;

GPS – Global Positioning System;

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento;

Al – Alumínio;

Ca – Cálcio;

Mg – Magnésio;

P – Fósforo;

N – Nitrogênio;

NC – Necessidade de Calagem;

V – Saturação por Bases;

K – Potássio;

Mn – Manganês;

Fe – Ferro;

S – Enxofre;

Mo – Molibdênio;

B – Boro;

CTC – Capacidade de Troca de Cátions;

Zn – Zinco;

Cu – Cobre;

NG – Necessidade de Gessagem;

PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total;

AC – Agricultura Convencional

ha – hectares;

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Caracterização do Problema .....	15
1.2 Justificativa .....	15
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 Objetivo Geral .....	17
2.2 Objetivos Específicos .....	17
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>18</b>
3.1 O Agronegócio Brasileiro.....	18
3.2 Agricultura de Precisão.....	18
3.2.1 Vantagens da Agricultura de Precisão.....	20
3.2.2 Tomada de Decisão .....	20
3.3 Calagem no Cerrado .....	21
3.3.1 Determinação da Necessidade de Calcário.....	21
3.3.1.1 Método de Neutralização do $Al^{3+}$ e da Elevação dos Teores de $Ca^{2+}$ e $Mg^{2+}$ ....	22
3.3.1.2 Método de Saturação por Bases.....	23
3.3.2 Benefícios da Calagem .....	23
3.4 Gessagem no Cerrado .....	24
3.4.1 Determinação da Necessidade de Gesso Agrícola .....	25
3.5 Custos .....	25
3.5.1 Classificação dos Custos em Diretos e Indiretos.....	26
3.5.1.1 Custos Diretos .....	26
3.5.1.2 Custos Indiretos .....	26
3.5.2 Classificação dos Custos em Fixos e Variáveis.....	26
3.5.2.1 Custos Fixos .....	27
3.5.2.2 Custos Variáveis .....	27
3.5.3 Custo de Oportunidade .....	27

<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
4.1 Material.....	28
4.1.1 Descrição da Área.....	28
4.2 Métodos .....	28
4.2.1 Georreferenciamento .....	28
4.2.1.1 Geração do Grid ou Grade de Amostragem .....	29
4.2.2 Coleta de Amostras de Solo.....	30
4.2.2.1 Agricultura de precisão.....	30
4.2.2.2 Agricultura convencional .....	31
4.3 Análises Químicas e Físicas .....	32
4.4 Geração dos Mapas.....	32
4.5 Estudo e Recomendação Técnica Agrônômica .....	33
4.5.1 Calcário.....	33
4.5.2 Gesso.....	33
5.6 Serviços de Calagem e Gessagem .....	34
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
5.1 Agricultura de Precisão.....	36
5.1.1 Calagem .....	36
5.1.2 Gessagem.....	37
5.2 AGRICULTURA CONVENCIONAL.....	38
5.2.1 Calagem .....	38
5.2.2 Gessagem.....	39
5.3 Custo .....	40
5.3.1 Custo Agricultura de Precisão e Convencional .....	40
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....</b>	<b>45</b>

## **RESUMO**

O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da adoção da agricultura de precisão como ferramenta de correção de solos no cerrado comparada com a agricultura convencional, usando parâmetros técnicos em fertilidade e correção de solos associado a parâmetros econômicos. Este trabalho foi uma pesquisa de campo, realizada na Fazenda Rocha ou Bonfin em uma área de 55,4 hectares, onde foi realizada a coleta de amostras de solo georreferenciadas em grades de amostragem de 2 hectares. Após a obtenção das amostras de solo, estas foram enviadas a empresa CAMPO para análise química e física das amostras e geração dos mapas de fertilidade e de correção. Após a confecção dividiu-se a área em glebas de 10 hectares selecionando uma amostra de cada gleba em zig-zag para obtenção de uma média tendo assim um valor referencial da agricultura convencional. Os dados foram analisados e discutidos sendo possível concluir que comparando as duas tecnologias a agricultura de precisão pode não só ser usada como ferramenta de correção de solos, mas também como uma ferramenta de gestão na propriedade rural gerando economia na quantidade de corretivos a serem distribuídos e conseqüentemente no custo de produção da cultura a ser implantada possibilitando assim uma maior margem de lucro para aquela propriedade.

**Palavras-Chave:** Fertilidade; Ferramenta de correção; Solo; Gestão.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the economic feasibility of the adoption of precision agriculture as correction tool in cerrado soils compared to conventional agriculture, using technical parameters on fertility and soil correction associated with economic parameters. This work was a field research conducted in Fazenda Rocha ou Bonfin in an area of 55.4 hectares, which was collected from soil sampling grids in georeferenced 2 acres. After obtaining the soil samples, these were sent to the company CAMPO chemical and physical analysis of samples and generation of fertility maps and correction. After fabrication area was divided into plots of 10 acres selecting one sample from each plot zig-zag to obtain an average and thus a reference value of conventional agriculture. Data were analyzed and discussed obtaining the following results, which compare the two technologies of precision agriculture can not only be used as a correction tool but also as a land management tool in farm generating savings in the amount of lime to be distributed and hence the cost of production of the crop to be deployed thus enabling a higher profit margin for that property.

**Key Keywords:** Fertility; .Correction tool; Ground; Management.

## 1 INTRODUÇÃO

O atual cenário agrícola caracteriza-se pela globalização dos mercados, pelo crescente uso de novas tecnologias, pela democratização da informação e do conhecimento, obrigando assim o setor agrícola nacional a utilizar de novos conceitos, métodos e técnicas nas propriedades rurais, a fim de atender às necessidades dos consumidores finais, fornecendo produtos com uma qualidade superior, com preços mais acessíveis e possibilitando uma maior competitividade dos produtos no mercado mundial. Esse cenário demanda do produtor rural um perfil empresarial que visa otimizar o uso dos recursos e a redução dos custos. Sendo assim, o desafio principal do produtor rural é atender às necessidades dos consumidores finais, por meio da eficiência gerencial e da permanente adaptação do sistema produtivo.

Esta necessidade da redução de custos e aumento de produtividade e eficiência esta em todos os setores da economia globalizada para que se possa manter a competitividade. Para o setor agrícola, não poderia ser diferente. A evolução da informática, do geoprocessamento, dos sistemas de posicionamento global e entre outras tecnologias estão proporcionado à agricultura uma nova forma de se ver a propriedade, deixando de ser somente uma e sim várias propriedades dentro de uma, porém cada uma com suas próprias características. Esta forma de agricultura está tornando cada vez mais o produtor rural em um empresário rural, por controlar cada dia mais a linha de produção. Esta mudança se torna necessária para que se entenda a propriedade não de forma homogênea e sim que trate-se cada parte conforme as suas necessidades específicas, fazendo com que o produtor tenha o conhecimento detalhado de cada parte da linha de produção ou de cada metro quadrado da sua propriedade, possibilitando assim tomar decisões individualizadas.

E este estudo tem por objetivo verificar a viabilidade agro-econômica da adoção do sistema de agricultura de precisão no cerrado brasileiro, comparado com a agricultura convencional, servindo de subsídio para a adoção ou não do sistema de agricultura de precisão no cerrado brasileiro.

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

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

Para Coelho (2008), é importante que a agricultura seja analisada como um centro que dinamiza várias atividades econômicas relacionadas à produção agrícola, ao fornecimento de insumos ao sistema e ao processo agroindustrial e de suporte para o fluxo dos produtos até o consumidor final.

Visando um cultivo sustentável, maior produtividade, racionalização de corretivos, fertilizantes e por conseguinte melhor custo benefício, a adoção da agricultura de precisão se torna viável economicamente? E a agricultura de precisão pode proporcionar algum aumento da rentabilidade econômica?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

No atual contexto mundial existe a necessidade do aumento da eficiência de todos os setores da economia globalizada para manter a competitividade e para a agricultura, não poderia ser diferente. A evolução da informática, tecnologias em geoprocessamento, sistemas de posicionamento global (GPS) e muitas outras tecnologias estão proporcionando à agricultura uma nova forma de se enxergar a propriedade, deixando de ser uma somente e sim várias propriedades dentro da mesma, porém com características específicas.

Esta mudança na forma de fazer agricultura está tornando cada vez mais o produtor rural um empresário rural, por controlar cada vez mais a linha de produção ela é necessária para que se entenda a propriedade não homogênea e sim que se trate cada parte conforme as suas necessidades, fazendo com que o produtor tenha o conhecimento detalhado em cada parte da linha de produção ou cada metro quadrado da sua propriedade.

Os benefícios econômicos da agricultura de precisão são pouco estudados, com poucas informações sobre custos e benefícios econômicos resultantes de sua adoção. Apesar de ser uma tecnologia adotada cada dia mais pelos agricultores brasileiros, não existem ainda muitos estudos de análise econômica para esta tecnologia.

A obtenção de informações sobre a sua viabilidade econômica é essencial para que os agricultores possam adotá-la. Ela envolve um conjunto de ferramentas modernas disponíveis para a racionalização dos processos produtivos, que já faz parte do cotidiano das atividades agrícolas brasileiras. No entanto, há ainda muito o que pesquisar sobre seus aspectos econômicos, a análise econômica é fundamental para que seja difundida e adotada no Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é verificar a viabilidade agro-econômica da adoção do sistema de agricultura de precisão no cerrado brasileiro, comparado com a agricultura convencional, servindo de subsídio para a adoção ou não do sistema de agricultura de precisão.

### 2.2 Objetivos Específicos

1. Estimar os custos de produção e implantação nos sistemas de agricultura de precisão e convencional;
2. Averiguar a redução de custos com a economia de insumos;
3. Analisar em comparativo com a agricultura convencional a viabilidade econômica do sistema de agricultura de precisão no cerrado.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

Segundo MAPA (2004), o setor do agronegócio brasileiro representa, em média 33% do PIB nacional, 42% de toda a exportação nacional e 37% dos empregos brasileiros. O atual cenário impõe aos empresários rurais que invistam mais em suas empresas, investimentos estes sendo destinados a novas técnicas de produção e novas máquinas.

De acordo com Contini (2007), o agronegócio brasileiro esta economicamente ligado aos insumos para a agricultura, como fertilizantes, defensivos, corretivos, produção agrícola, englobando lavouras, pecuária, florestas, agroindustrialização, transporte e comercialização de produtos primários e processados.

#### 3.2 AGRICULTURA DE PRECISÃO

Segundo Coelho (2005), enquanto os sistemas convencionais tratam as propriedades agrícolas de forma homogênea, tomando como base as condições médias, a agricultura de precisão contempla a variabilidade espacial desses fatores para a tomada de decisão, assim, em função da necessidade de recuperação ou renovação das áreas, devido, principalmente, ao esgotamento da fertilidade natural dos solos. Há grande possibilidade de aplicação dos conceitos e das tecnologias da agricultura de precisão no gerenciamento da fertilidade dos solos, permitindo o manejo mais específico com aplicação diferenciada de corretivos e fertilizantes a taxas variáveis, e possibilitando associar o manejo diferenciado do nível de degradação com a escolha de espécies forrageiras em função de suas exigências nutricionais.

O grande desafio dessa tecnologia está em considerar as variações espaciais, temporais e econômicas dos diversos parâmetros do processo de produção agrícola, o teor de nutrientes, matéria orgânica, pH, umidade entre outros que apresentam variações que podem atingir de um local para o outro ou de uma área para a outra, na mesma área de produção agrícola (TORRE-NETO, 1997).

Segundo o mesmo autor a agricultura de precisão esta baseada na precisa informação sobre a localização oferecida pelos equipamentos de GPS (Global Positioning System), que possibilitam que os parâmetros do processo de produção sejam mapeados, as informações são obtidas ponto a ponto e com a utilização dessas informações a aplicação de insumos passa a ser feita de acordo com a necessidade de cada ponto.

Saraiva et al. (2000), explicam que a agricultura de precisão é uma nova tecnologia de gerenciamento agrícola que está inovando a forma de se praticar agricultura.

De acordo com Molin (2001), no inicio a AP era vista como um conjunto de ferramentas para a realização do manejo localizado da lavoura, visão esta que posteriormente se modificou passando a uma visão sistêmica do conjunto de ações que a compõe. O autor afirma ainda que a AP acima de tudo é um sistema de gestão ou de gerenciamento de produção agrícola e tem como elemento chave o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e dos fatores a ela relacionados.

Segundo FRAISSE e FAORO (1998), o mais importante na adoção de uma nova tecnologia é o fator econômico, os benefícios econômicos da aplicação de uma nova tecnologia podem sofrer variações em função da cultura, da heterogeneidade da área e da planta e fatores aliados ao clima. A AP requer uso intensivo de tecnologias de ponta, estabelecendo um programa de treinamento e de disponibilidade de assistência técnica eficiente.

A agricultura de precisão apresenta as vantagens de melhor conhecimento do solo, permitindo assim uma tomada de decisões com um melhor embasamento técnico. Com isto tem-se uma maior capacidade e flexibilidade para a distribuição dos insumos, otimizando o tempo, minimizando os custos de produção; alcançando uma uniformidade produtiva, devido a correção dos fatores que contribuem para sua variabilidade obtendo-se, com isto, um aumento global da produtividade. A aplicação localizada dos insumos necessários para sustentar uma alta produtividade contribui com a preservação do meio ambiente, já que estes insumos são aplicados somente nos locais, quantidades e no tempo necessário (CAPELLI (1999).

### 3.2.1 Vantagens da Agricultura de Precisão

Conforme GENTIL et. al. (1999), BATCHELOR et. al. (1997) e CAMPO (2000), a agricultura de precisão promove grandes benefícios para os produtores usuários deste sistema como: a) redução do risco da atividade agrícola; b) redução dos custos de produção; c) tomada de decisão rápida e certa; d) controle de toda situação, pelo uso da informação obtida pela agricultura de precisão; e) maior produtividade da lavoura; f) mais tempo livre para o administrador; g) melhoria do meio ambiente pelo menor uso de insumos.

### 3.2.2 Tomada de decisão

VALE (1995), ressalta que os sistemas de informações são recursos organizacionais, além de destacar que o processo administrativo é um processo decisório. Segundo o mesmo autor, o primeiro passo para se tomar uma decisão efetiva é definir os objetivos relevantes para a solução do problema. O processo de tomada de decisão é o centro do processo administrativo, que o seu funcionamento e a consciência da complexidade auxiliam para que se atinjam os objetivos. A AP é uma ferramenta que auxilia o produtor rural na tomada de decisão, permitindo um gerenciamento localizado dos insumos utilizados na propriedade.

### 3.3 CALAGEM NO CERRADO

O cerrado cobre a grande maioria dos solos do estado de Minas Gerais. Com o avanço da atividade agropecuária o cerrado vem cada vez mais sendo utilizado, apresenta em sua grande maioria características físicas boas, mas em geral características químicas inadequadas, como: elevada acidez, altos teores de Al trocável e deficiência de nutrientes, em especial Ca, Mg e P.

Solos com estas características uma vez corrigidos quimicamente apresentam um grande potencial agrícola, possibilitando a condução da atividade agropecuária de forma que se alcance elevados níveis produtivos.

O uso adequado de calcário possibilita além da correção da acidez do solo, o estímulo à atividade microbiana, melhoria da fixação simbiótica de N pelas leguminosas, preservação e o aumento do teor de matéria orgânica do solo e a disponibilidade da maioria de nutrientes para as plantas (ALVAREZ et. al., 1999).

#### 3.3.1 Determinação da necessidade de calcário

Segundo ALVAREZ et. al. (1999), para estimar a dose de calcário, ou seja, a necessidade de calagem (NC) são usados em Minas Gerais dois métodos amplamente aceitos: o método de neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e Mg trocáveis e o método da saturação por bases.

### 3.3.1.1 Método de neutralização do $\text{Al}^{3+}$ e da elevação dos teores de $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$

Neste método considera-se a exigência da cultura e as características do solo, procurando corrigir a acidez do solo levando em conta a susceptibilidade ou a tolerância da cultura, a elevada acidez trocável e a capacidade tampão do solo, e por outro lado se quer elevar a disponibilidade de Ca e de Mg de acordo com a exigência das culturas (ALVAREZ et. al., 1999).

A necessidade de calagem (NC) é assim calculada:

$$\text{NC (t/ha)} = Y [\text{Al}^{3+} - (\text{M}_t \cdot t/100)] + [\text{X} - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

O valor de Y é variável em função da textura do solo (TABELA 1), e o valor de  $\text{M}_t$ , t e X são variáveis em função da exigência da cultura a ser implantada.

TABELA 1. VALORES REFERENCIAIS PARA Y EM FUNÇÃO DA TEXTURA DO SOLO.

Solo	Argila %	Y
Arenoso	0 a 15	0,0 a 1,0
Textura média	15 a 35	1,0 a 2,0
Argiloso	35 a 60	2,0 a 3,0
Muito argiloso	60 a 100	3,0 a 4,0

FONTE: ALVAREZ et. al. (1999)

### 3.3.1.2 Método de saturação por bases

De acordo com Alvarez e Ribeiro (1999), considera-se neste método a relação existente entre o pH e a saturação por bases (V), devendo determinar os teores de Ca, Mg e K trocáveis e em alguns casos de Na trocável, além de determinar a acidez potencial (H + Al).

A fórmula do cálculo da necessidade de calagem (NC) é:

$$NC \text{ (t.ha}^{-1}\text{)} = \frac{(V_2 - V_1) \times T \times f}{100}$$

$V_1$  = valor da saturação das bases trocáveis do solo, em porcentagem, antes da correção;

$V_2$  = Valor da saturação de bases trocáveis que se deseja;

T = capacidade de troca de cátions (CTC);

f = fator de correção do PRNT do calcário  $f = 100/\text{PRNT}$ .

### 3.3.2 Benefícios da calagem

A calagem adequada é aquela que eleva o pH; fornece Ca e Mg como nutrientes; diminui os efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe; aumenta a disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo; aumenta a eficiência dos fertilizantes e a liberação de nutrientes como N, P, S e B pela decomposição da matéria orgânica; eleva a atividade microbiana; melhora as propriedades físicas do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes das plantas e aumenta a produtividade das culturas (LOPES et. al., 1991).

Segundo Volkweiss e Tedesco (1984), os efeitos da calagem se refletem de maneira positiva no aumento da CTC do solo, a intensificação do uso de fertilizante só será visualizada se o pH do solo estiver acima de 5,5. Portanto, o calcário tem sido usado para a correção química do solo, objetivando elevar o V %, o pH e os teores de Ca e Mg e diminuir os efeitos negativos do alumínio e manganês no solo.

De fato, a calagem é necessária para elevar o índice de saturação de bases a níveis superiores a 60%, esta elevação é importante para manter o pH acima de 5,5, precipitando o alumínio e elevando os teores das bases trocáveis no solo. Por outro lado à calagem excessiva pode imobilizar certos micronutrientes (Zn, B, Cu, Mn e o Fe), causando sintomas de deficiência às plantas (LOPES e GUIDOLIN, 1989).

### 3.4 GESSAGEM NO CERRADO

Nos solos do cerrado a deficiência de cálcio associada ou não à toxidez de Al, não ocorre apenas na camada arável (0-20 cm), mas também a baixo dela. Para a superação deste problema é utilizado o calcário. No entanto a calagem não corrige a acidez e a deficiência de cálcio da subsuperfície a tempo suficiente que o produtor não corra risco de perda de produtividade por veranicos, pois as raízes só crescem onde o calcário foi incorporado e onde têm um volume pequeno e água.

O gesso agrícola quando aplicado ao solo, depois de sua dissolução, devido a sua rápida mobilidade na camada arável, irá fixar-se abaixo dessa camada, favorecendo o aprofundamento do sistema radicular da planta e permitindo superar veranicos e usar com eficiência os nutrientes aplicados ao solo (SOUSA et. al., 2005).

### 3.4.1 Determinação da necessidade de gesso agrícola com base na textura do solo

As doses a serem recomendadas ou seja a necessidade de gessagem (NG) recomendadas para camadas subsuperficiais de 20 cm de espessura de acordo com o teor de argila é apresenta na TABELA 2.

TABELA 2. NECESSIDADE DE GESSO (NG) DE ACORDO COM O TEOR DE ARGILA DE UMA CAMADA SUBSUPERFICIAL DE 20 CM DE ESPESSURA

Argila %	NG t/ha <sup>-1</sup>
0 a 15	0,0 a 0,4
15 a 35	0,4 a 0,8
35 a 60	0,8 a 1,2
60 a 100	1,2 a 1,6

FONTE: ALVAREZ et. al. (1999)

A necessidade de gessagem (NG) pode ser apresentada de forma contínua, com função do teor de argila (%) pela equação:

$$NG \text{ (kg/ha}^{-1}\text{)} = 0,00034 - 0,002445X^{0,5} + 0,0338889X - 0,00176366X^{1,5}$$

$$R^2 = 0,99995$$

### 3.5 CUSTOS

A diferença entre despesa e custo em um primeiro momento é muito sutil, mas torna-se bastante clara após algumas identificações, essencialmente quando a distinção se dá pelo fato de que chamamos um gasto de custo quando ele está ligado ao processo produtivo. O custo é definido como um valor monetário de bens e serviços gastos para se obter benefícios reais ou futuros (ATKINSON et. al., 2000).

Segundo Martins (2003), custo é um gasto relativo a um bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços.

### 3.5.1 Classificação dos custos em diretos e indiretos

Os custos podem ser classificados de diversas maneiras, de acordo com sua finalidade e grau de facilidade ou dificuldade de sua apuração podendo assim ser classificados como custos diretos ou indiretos.

#### 3.5.1.1 Custos diretos

De acordo com Martins (2003) e Atkinson (2000), custos diretos são aqueles que podem ser identificados diretamente ao produto, que não se faz necessário um critério de rateio para determiná-los que podem ser identificados com 100% de certeza. Podemos identificar os custos diretos quando estão diretamente apropriados aos produtos, basta haver uma medida de consumo como quilogramas de materiais consumidos, embalagens utilizadas, horas de serviço estes são custos diretos em relação aos produtos.

#### 3.5.1.2 Custos indiretos

Os custos são classificados como indiretos quando não podem ser identificados diretamente ao produto, sendo usado um critério de rateio para determiná-los. Para determiná-los, é necessário um critério de rateio, critério esse que não oferecem condição de nenhuma medida objetiva. E qualquer tentativa de alocação tem de ser feita de maneira estimada e muitas vezes arbitrária como o aluguel, a supervisão, as chefias e entre outros (MARTINS, 2003).

### 3.5.2 Classificação dos custos em fixos e variáveis

A classificação de custo depende do horizonte de visão, da escala de produção ou volume produzido, existindo assim diferentes custos, sendo que entre eles estão os custos fixos e variáveis.

### 3.5.2.1 Custos fixos

Custos que não variam proporcionalmente em relação à produção, são considerados fixos em sua grande maioria, o custo fixo é aquele que independente do volume produzido ou vendido não se altera, ele não muda mesmo se a produção cair (ATKINSON, 2000).

### 3.5.2.2 Custos variáveis

Os custos variáveis são aqueles que variam na mesma proporção do aumento ou diminuição da produção. Nos custos variáveis estão classificados os custos de materiais diretos e a mão-de-obra direta. Os custos variáveis variam na mesma proporção das alterações no nível de atividades da empresa (HONG, 2006).

### 3.5.3 Custo de oportunidade

Segundo Miller (1981), o custo de oportunidade é descrito como modelo de comportamento racional, onde as alternativas de ação de uma decisão são avaliadas de forma sistemática e coerente, e a escolha da melhor opção tem como fronteiras as limitações do mundo real. Nesta condição, o gestor de preços executará uma análise racional das alternativas de preço e optará pela melhor alternativa no processo decisório.

O custo de oportunidade surge quando o gestor opta por uma determinada alternativa de ação em detrimento de outras viáveis e mutuamente exclusivas, sendo assim, representa o benefício que foi desprezado ao escolher uma determinada alternativa em função de outras. Desta forma, o custo dos fatores de produção só pode ser mensurado através de seu custo de oportunidade (MILLER, 1981).

QUADRO 1. CONCEITOS DE CUSTOS DE OPORTUNIDADE SOB O ENFOQUE ECONÔMICO

WIESER (1860)	Renda líquida gerada pelo uso de um bem ou serviço no seu melhor uso alternativo.
MEYERS (1942)	Custo de produção de qualquer unidade de mercadoria é o valor dos fatores de produção empregados na obtenção desta unidade - o qual se mede pelo melhor uso alternativo que se poderia dar aos fatores se aquela unidade não tivesse sido produzida.
BILAS (1967)	Os custos dos fatores para uma empresa é igual aos valores destes mesmos fatores em seus melhores usos alternativos.
LIPSEY e STEINER (1969)	O custo de se utilizar alguma coisa num empreendimento específico é o benefício sacrificado (ou custo de oportunidade) por não utilizá-lo no seu melhor uso alternativo.
LEFTWICH (1970)	O custo de uma unidade de qualquer recurso usado por uma firma é o seu valor em seu melhor uso alternativo.

FONTE: SANTOS (2000)

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

#### 4.1.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA

O trabalho foi realizado na Fazenda Rocha ou Bonfin, no município de Paracatu - MG, localizada a 16° 45' 31.28" de latitude Sul e 47° 09' 17.90" de longitude Oeste, altitude de 960 metros, em uma gleba denominada "Área 55" com área de 55,4 ha . O solo é do tipo Latossolo Vermelho - Amarelo de textura argilosa, manejado sob o Sistema de Plantio Direto (SPD) com rotação de culturas.

### 4.2 MÉTODOS

#### 4.2.1 GEORREFERENCIAMENTO

As operações de amostragem foram realizadas em Abril de 2012 antes da implantação da cultura da soja não irrigada, houve a marcação das glebas georreferenciadas com a utilização de um DGPS (Diferencial Global Positioning System), o qual recebe um sinal de correção em tempo real, obtendo-se os dados (latitude e longitude) de coordenadas geográficas. Este DGPS é conectado a um computador portátil (Palm Top) com software específico de navegação (SST Field Rover II).

Os equipamentos foram instalados em um veículo tipo caminhonete, e em seguida foi feito o contorno do perímetro da área, onde o DGPS recebe o sinal de posicionamento e o computador com o software específico converte essas informações, transformando-as em um mapa (poligonal) da área (FIGURA 1).

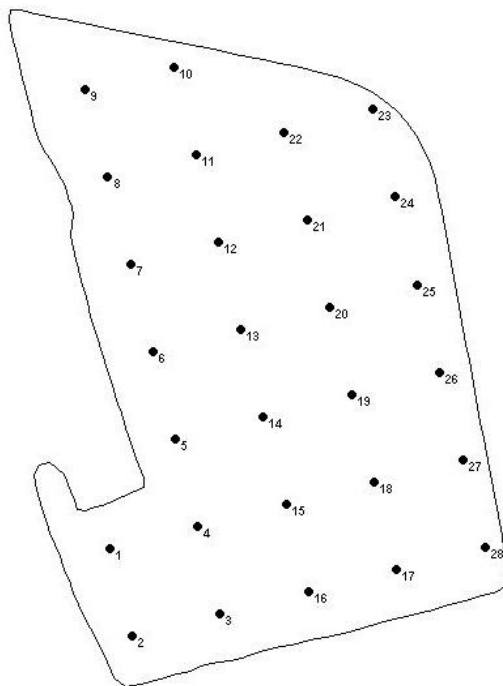


FIGURA 1. MAPA DA POLIGONAL DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM GEORREFERENCIADA DA ÁREA 55 DA FAZENDA ROCHA OU BONFIN , PARACATU-MG.

FONTE: O AUTOR, 2014.

#### 4.2.1.1 Geração do grid ou grade de amostragem

Após a marcação e georreferenciamento do perímetro da área, foi gerado o Grid (ou grade) de amostragem de solo. Neste trabalho foi utilizado uma grade ou malha amostral (grid) de 2 ha, ou seja, 1 amostra composta de solo a cada 2 hectares. Assim, a Área 55 que possui uma área total de 55,4 ha foi coberta por uma malha dividindo-a em pequenas células quadrangulares de 2 ha cada. No centro de cada célula do grid foi gerado um ponto que informa as coordenadas geográficas conhecidas (Latitude e Longitude), consequentemente, com esse grid em cada parte da área foram coletadas amostras em 28 pontos (FIGURA 1).

## 4.2.2 Coleta de amostras de solo

### 4.2.2.1 Agricultura de Precisão

Foi realizada nesta etapa a coleta de amostras de solo nos pontos de amostragem por meio do uso de algumas ferramentas como: GPS, Palm Top com software de navegação e equipamentos de coleta de solo semi mecanizado, trados hidráulicos (FIGURA 2), instalados em um veículo tipo caminhonete adaptado para fazer coletas de solo (FIGURA 3).

Estas ferramentas permitem a navegação até o ponto de amostragem desejado (Latitude e Longitude), e assim inicia-se o processo de coleta fazendo a primeira parada neste caso em um grid de 2 ha a 80 metros antes do ponto, 40 metros, no ponto, 40 metros depois e 80 metros depois do ponto de amostragem, cada parada de amostragem coleta-se duas amostras simples uma de cada lado da caminhonete totalizando um total de 10 amostras simples, essas amostras quando coletadas foram armazenadas em um balde plástico para depois serem homogeneizadas formando-se a amostras composta.

Esta amostra composta foi colocada em uma embalagem específica de coleta e identificada, este processo foi repetido em todos os pontos de amostragem na profundidade de 0-20 cm e a cada 8 amostras compostas foi feita uma na camada de 20-40 cm de profundidade.



FIGURAS 2 E 3. EQUIPAMENTO MECÂNICO UTILIZADO PARA REALIZAR A COLETA DE SOLO E VEÍCULO ADAPTADO COM EQUIPAMENTO DE NAVEGAÇÃO.

FONTE: O AUTOR, 2014.

#### 4.2.2.2 Agricultura Convencional

Para fins de comparação, no manejo da agricultura convencional, a gleba amostrada pela agricultura de precisão foi dividida em cinco sub-glebas, sendo utilizado um ponto de cada sub-gleba para se obter as amostras da agricultura convencional, refletindo assim a fertilidade média da área (CANTARUTTI et al., 1999).

O mesmo autor diz que, mantendo as características de amostragem de solo para agricultura convencional, que é a divisão da gleba a ser amostrada em sub-glebas homogêneas com área de até 10 hectares, utilizando o método de caminhamento em zig-zag para a coleta das amostras em uma camada de 0-20 cm.

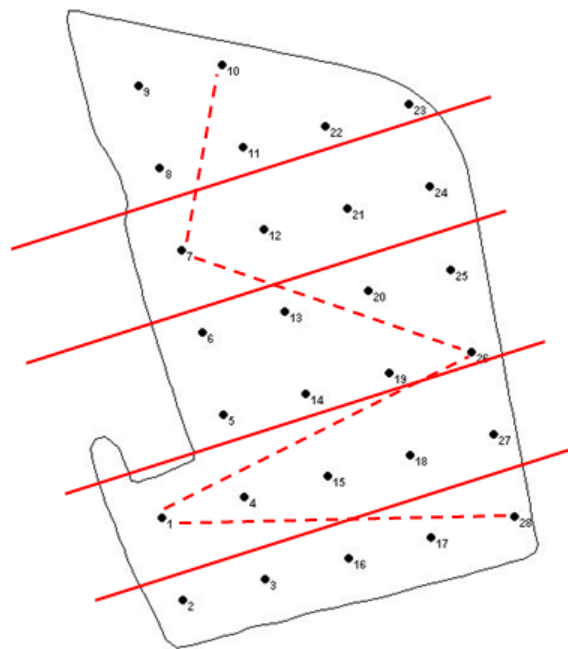


FIGURA 4. DIVISÃO DA ÁREA EM GLEBAS PARA AMOSTRAGEM DE SOLO.

FONTE: O AUTOR, 2014.

### 4.3 ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS

Após a coleta das amostras compostas de solo em cada ponto de amostragem que neste trabalho resultou em um total de 28 amostras de 0-20 e 3 amostras de 20-40, as mesmas depois de conferidas foram encaminhadas para o Laboratório de Análises Agrícola e Ambiental do Grupo CAMPO, em Paracatu-MG.

No Laboratório foram realizadas as análises químicas e físicas (TABELA 3), e posteriormente foi realizada a emissão dos laudos com os resultados das análises química na profundidade de 0-20 e 20-40 cm e física na profundidade de 0-20 cm.

TABELA 3 - DESCRIÇÃO DAS ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS REALIZADAS

Descrição das Amostras	Descrição das Análises
Amostras de 0-20 cm	Macronutrientes + Enxofre + Matéria Orgânica
Amostras de 0-20 cm a cada 2 ha	Macronutrientes + Micronutrientes + Textura
Amostras de 0-40 cm a cada 8 ha	Macronutrientes + Enxofre

FONTE: O AUTOR, 2014.

### 4.4 GERAÇÃO DOS MAPAS

Após as análises de solo os resultados foram transferidos para um computador equipado com um software específico e os dados foram interpolados para a geração dos mapas no programa (SST Toolbox Lite). Utilizando-se os arquivos do perímetro das áreas georreferenciadas (Poly) e dos grid (Poly-Grid), marcados e gerados a campo.

E conseqüentemente são gerados os mapas de fertilidade: Matéria Orgânica (%), Ca ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), Mg ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), P-Mehlich ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), K ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), CTC ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), Saturação por bases (%), pH (CaCl<sub>2</sub>), Al ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), S ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), Relação (Ca e Mg) e Saturação por Alumínio (%). Estes mapas têm como finalidade uma melhor visualização de como esta distribuída à variabilidade espacial dentro daquela área.

## 4.5 ESTUDO E RECOMENDAÇÃO TÉCNICA AGRONÔMICA

A quinta etapa do processo é realizada de forma conjunta com o produtor, técnicos e funcionários envolvidos. Os mapas de fertilidade foram estudados, e foi sugerido o manejo da fertilidade do solo através da correção com calcário dolomítico e gesso agrícola para a área em estudo.

### 4.5.1 Calcário

Na Área 55 foi identificado à necessidade de aplicação de calcário para correção do solo em 98% da sua área uma vez que os níveis de Cálcio estavam distribuídos em toda a área variando de 1,0 a 2,9  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  (média de 1,69  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), os níveis de Magnésio estavam variando de 0,7 a 2,2  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  (média de 1,21  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), e os níveis de Saturação por Bases variavam de 26 a 73 % (média de 43,39%).

O cálculo foi realizado para elevação da Saturação de Bases para 60%, conforme SOUSA e LOBATO (2005), e para utilização de um calcário com PRNT de 85%, e em seguida foi gerado o mapa de aplicação variando as doses de 400 a 2.609 Kg/ha.

### 4.5.2 Gesso

Na Área 55 foi identificado à necessidade de aplicação de gesso agrícola para correção do solo em 99% da sua área uma vez que os níveis de Cálcio estavam distribuídos em toda a área variando de 1,0 a 2,9  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$  (média de 1,69  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), os níveis de Enxofre estavam variando de 1,8 a 5,9  $\text{mg}/\text{dm}^3$  (média de 3,22  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), com concentração de argila de 62 a 63 %. Em seguida foi gerado o mapa de aplicação variando as doses de 700 a 800 Kg/ha.

## 5.6 SERVIÇOS DE CALAGEM E GESSAGEM

Os valores referenciais para a aplicação dos corretivos agrícolas, amostragem de solo, análise de solo, elaboração de mapas foram obtidos através da empresa CAMPO, que realiza além dos serviços de coleta, análise e geração de mapas para a agricultura de precisão, a distribuição de corretivos e fertilizantes agrícola com distribuidor da marca Stara, modelo Hercules 24000 acoplado a um caminhão, equipamento este com tecnologia para a realização da distribuição em taxa variável e taxa fixa (FIGURA 5).

Já o custo do calcário dolomítico e do gesso agrícola foram obtidos através de uma cotação na cidade de Unaí - MG, preços estes já com o frete incluso, sendo usado assim o melhor preço praticado na cidade.



FIGURA 05. CAMINHÃO EQUIPADO COM DISTRIBUIDOR DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES HERCULES 24000 .

FONTE: O AUTOR, 2014.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A seguir serão apresentados resultados de dois sistemas de correção de solos, agricultura de precisão e agricultura convencional, os dois sistemas serão comparados para que se possa fazer uma análise de viabilidade técnica e econômica de qual sistema é mais viável para ser adotado.

Segundo Coelho (2008) em virtude da escassez e do alto custo dos fertilizantes e corretivos o aumento do uso da AP esta voltado para o manejo da fertilidade dos solos visando uma maior eficiência no diagnostico e correção através de fertilizantes e corretivos e consequentemente uma redução dos mesmos e dos custos. Defendendo assim o uso de uma ferramenta para que aumente a eficiência e auxilie na redução de custos.

## 5.1 AGRICULTURA DE PRECISÃO

### 5.1.1 Calagem

A FIGURA 6 representa o mapa temático da necessidade de calcário dolomítico e o mapa da variabilidade espacial e do pH.

- Necessidade de Calcário Dolomítico (kg/ha), - pH CaCl<sub>2</sub>  
para V2 = 60% e PRNT = 85%.

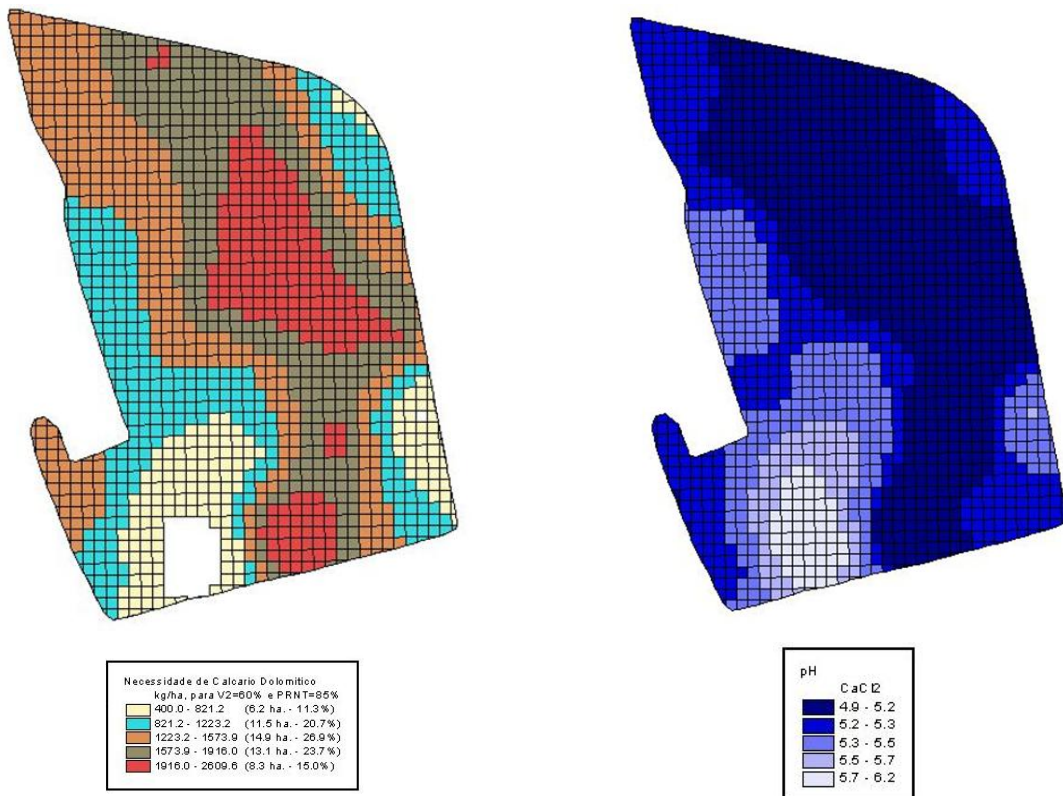


FIGURA 06: MAPA TEMÁTICO DA NECESSIDADE DE CALCÁRIO DOLOMITÍCO E MAPA DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE PH NA FAZENDA ROCHA OU BONFIN, ÁREA 55, PARACATU - MG. FONTE: O AUTOR, 2014.

Através da FIGURA 6 pode-se observar que a necessidade de calagem no sistema de Agricultura de Precisão foi estratificado em cinco zonas de manejo (TABELA 4). Deste modo, utilizando AP com aplicação à taxa variada para correção da área, demanda-se 76.884,59 kg de calcário dolomítico, quantidade está obtida através do programa gerador de mapas e recomendações SST ToolBox Lite.

TABELA 4 - DESCRIÇÃO DAS ZONAS DE MANEJO PARA CALAGEM.

Zonas de Manejo	Quantidade de Calcário Dolomítico (kg/ha <sup>-1</sup> )	Área (ha <sup>-1</sup> )	Porcentagem da Área (%)
1	400,0 - 821,2	6,2	11,3
2	821,2 - 1.223,2	11,5	20,7
3	1.223 - 1.573,9	14,9	26,9
4	1.573,9 - 1.916,0	13,1	23,7
5	1.916,0 - 2.609,6	8,3	15,0

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

### 5.1.2 Gessagem

A FIGURA 7 apresenta o mapa temático da necessidade de gesso agrícola e a variabilidade espacial de enxofre.

Aplicação de Gesso Agrícola (kg/ha)

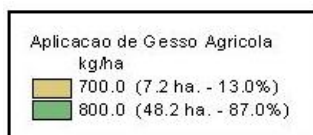
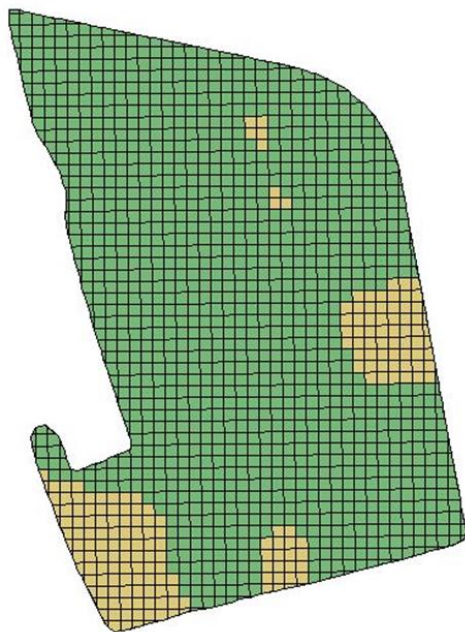
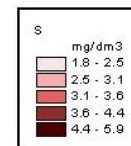
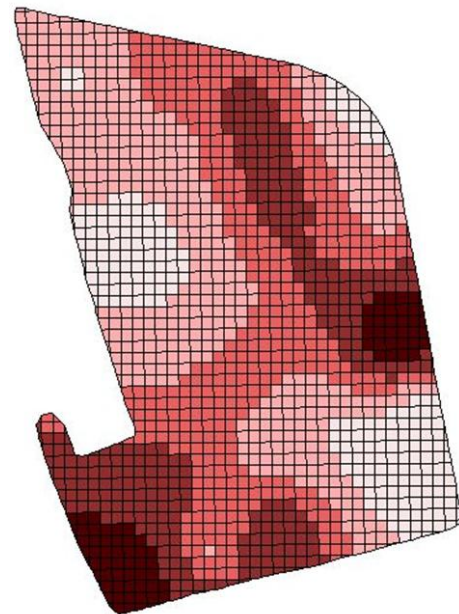
S (mg/dm<sup>3</sup>)

FIGURA 07: MAPA TEMÁTICO DA NECESSIDADE DE GESSO AGRÍCOLA E MAPA DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE ENXOFRE, NA FAZENDA ROCHA OU BONFIN, ÁREA 55, PARACATU - MG.

FONTE: O AUTOR, 2014.

Através da FIGURA 7 é possível observar que a necessidade de gesso no sistema Agricultura de Precisão foi estratificada em duas zonas de manejo (TABELA 5). Deste modo, utilizando AP com aplicação à taxa variada para correção total da área, demanda-se 43.592,75 kg de gesso agrícola, quantidade está obtida através do programa gerador de mapas e recomendações SST ToolBox Lite

TABELA 5 - DESCRIÇÃO DAS ZONAS DE MANEJO.PARA GESSAGEM

Zonas de Manejo	Quantidade de Gesso Agrícola (kg/ha <sup>-1</sup> )	Área (ha <sup>-1</sup> )	Porcentagem da Área (%)
1	700,0	7,2	13,0
2	800,0	48,2	87,0

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

## 5.2 AGRICULTURA CONVENCIONAL

### 5.2.1 Calagem

A TABELA 6 apresenta as recomendações para a correção do solo, através de calcário dolomítico, sendo considerado a média de todas as amostras para determinar a quantidade a ser distribuída.

TABELA 6 - RECOMENDAÇÃO PARA CORREÇÃO DE SOLO, ATRAVÉS DE CALCÁRIO DOLOMITÍCO.

Nº Amostra	Saturação (%)	CTC (cmolc/dm <sup>3</sup> )	Recomendação (kg/ha <sup>-1</sup> )
01	43	6,7	1.340,0
07	46	6,7	1.100,0
10	37	7,5	1.980,0
26	32	6,0	1.980,0
28	51	7,4	780,0
SOMA			7.180,0
MÉDIA			1.436,0
APROXIMADAMENTE			1.500,0

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

Quando analisado a TABELA 6, identificamos uma média de  $1.436,0 \text{ kg/ha}^{-1}$ , esta média foi arredonda para  $1.500 \text{ kg/ha}^{-1}$ , para facilitar a calibração da máquina e a distribuição do produto, calculando que a área total a ser corrigida é de 55,4 hectares, teremos uma demanda de 83.100 kg de calcário dolomítico em área total, o método para determinação da calagem foi o de saturação por bases.

### 5.2.2 Gessagem

A TABELA 7 apresenta a média textural do solo para a determinação e recomendação da quantidade de gesso agrícola a ser distribuído na área em questão.

TABELA 7 - DEMONSTRAÇÃO DA MÉDIA TEXTURAL DO SOLO.

Amostra	Areia (%)	Argila (%)	Silte (%)	Classificação
08	5	63	32	Argila pesada
16	5	62	33	Argila pesada
24	6	62	32	Argila pesada
SOMA	16	187	97	-
MÉDIA	5,3	62,3	32,3	-
<b>APROXIMADAMENTE</b>	<b>5</b>	<b>62</b>	<b>32</b>	<b>Argila pesada</b>

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

Foi utilizado os dados da análise de textura (TABELA 7) da agricultura de precisão e obtido a média destes, assim foi realizado o calculo de necessidade de gesso (NG) com base no teor de argila (%), obtendo  $1.845,0 \text{ kg/ha}^{-1}$  este valor foi arredondado para  $1.800,0 \text{ kg/ha}^{-1}$ , para facilitar a calibração da máquina e a distribuição do produto, calculando que a área total a ser corrigida é de 55,4 hectares, teremos uma demanda de 99.720 kg de gesso agrícola em área total.

### 5.3 CUSTO

#### 5.3.1 Custo Agricultura de Precisão e Convencional

Para a adoção e contratação do serviço de agricultura de precisão o empresário rural teve os seguintes gastos: amostragem de solo R\$ 10,30/ha<sup>-1</sup>, análise de solo R\$ 10,70/ha<sup>-1</sup>, Elaboração dos mapas R\$ 9,00/ha<sup>-1</sup> totalizando R\$ 30,00/ha<sup>-1</sup>, já para a agricultura convencional o empresário rural teve os seguintes gastos: cinco análises de solo de R\$ 57,00 cada (TABELA 8).

TABELA 8 - DESCRIÇÃO DOS CUSTOS INICIAIS PARA A ADOÇÃO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO (AP) E AGRICULTURA CONVENCIONAL (AC).

Insumos e Operações	Custo de Produção	
	AP	AC
	----- R\$ -----	
Amostragem de solo	10,30	-
Análise de solo	10,70	57,00
Elaboração mapas	9,00	-

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

Os custos dos insumos mais frete foram de R\$ 75,00 / t de calcário dolomítico e de R\$ 110,00 / t de gesso agrícola. Os valores referenciais para a distribuição dos corretivos foram fornecidos pelo Grupo Campo sendo de R\$ 28,00/ha<sup>-1</sup> e por insumo distribuído em taxa variável com equipamento específico e de R\$ 23,30/ha<sup>-1</sup> e por insumo distribuído em taxa fixa com distribuidor de fertilizantes e corretivos convencional (TABELA 9).

TABELA 9 - DEMONSTRATIVO DO VALOR DE CADA INSUMO E SERVIÇOS.

Insumos e Operações	Custo de Produção	
	AP	AC
	----- R\$ -----	
Calcário + Frete	75,00	75,00
Gesso + Frete	110,00	100,00
Aplicação calcário (Taxa variável)	28,00	-
Aplicação gesso (Taxa variável)	28,00	-
Aplicação calcário (Taxa Fixa)	-	23,30
Aplicação gesso (Taxa Fixa)	-	23,30

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

Estimou-se que em relação ao calcário dolomítico, o custo da aplicação em taxa variável em área de 55,4 ha seria de R\$ 2.067,20 e o custo total do calcário distribuído, 76.884,59 kg seria de R\$ 5.766,34 e em relação ao gesso agrícola o custo da aplicação em taxa variável em área de 55,4 ha seria de R\$ 2.105,20 e o custo total do gesso agrícola distribuído, 43.592,75 kg seria de R\$ 4.795,20 (TABELA 10).

TABELA 10 - DESCRIÇÃO DOS INSUMOS, CUSTOS E QUANTIDADES EM RELAÇÃO AS ATIVIDADES DE CORREÇÃO DE SOLO ADOTANDO A AGRICULTURA DE PRECISÃO (AP).

Insumos e Operações	Agricultura de Precisão (AP)
	----- Kg -----
Calcário	76.884,59
Gesso	43.592,75
	----- R\$ -----
Calcário + Frete	4.795,20
Gesso + Frete	5.766,34
Aplicação calcário em taxa variável	2.067,20
Aplicação gesso em taxa variável	2.105,20

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

Em relação a agricultura convencional estimou-se o custo da aplicação em taxa fixa de calcário dolomítico em 55,4 ha de R\$ 1.290,82 e o custo total do calcário distribuído, 83.100 kg seria de R\$ 6.232,50 e em relação ao gesso agrícola o custo da aplicação em taxa fixa em área de 55,4 ha seria de R\$ 1.290,82 e o custo total do gesso agrícola distribuído, 99.720 kg seria de R\$ 10.969,20 (TABELA 11).

TABELA 11 - DESCRIÇÃO DOS INSUMOS, CUSTOS E QUANTIDADES EM RELAÇÃO AS ATIVIDADES DE CORREÇÃO DE SOLO ADOTANDO A AGRICULTURA CONVENCIONAL (AC).

Insumos e Operações	Agricultura
	Convencional (AC)
	----- Kg -----
Calcário	83.100
Gesso	99.720
	----- R\$ -----
Calcário + Frete	6.232,50
Gesso + Frete	10.969,20
Aplicação calcário em taxa fixa	1.290,82
Aplicação gesso em taxa fixa	1.290,82

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

TABELA 12 - ANÁLISE AGRO-ECONÔMICA COMPARATIVA ENTRE A APLICAÇÃO DE CORRETIVOS EM TAXA VARIÁVEL (AP - AGRICULTURA DE PRECISÃO) E TAXA FIXA (AC - AGRICULTURA CONVENCIONAL).

Insumos e Operações	Custo de Produção	
	AP	AC
	----- R\$ -----	
Calcário + Frete	5.766,34	6.232,50
Gesso + Frete	4.795,20	10.969,20
Amostragem solo	570,62	-
Análise solo	592,78	285,00
Elaboração mapas	498,60	-
Aplicação calcário	2.067,20	1.290,82
Aplicação gesso	2.105,20	1.290,82
<b>Custo Variável Total</b>	<b>16.395,94<sup>A</sup></b>	<b>20.068,34<sup>B</sup></b>
Custo de oportunidade (taxa de 8 % a.a.)	1.311,67	1.605,47
Depreciação linear sobre 3 anos	5.465,31	6.689,45
Custo anualizado para 55,4 ha	6.776,98 <sup>a</sup>	8.294,92 <sup>b</sup>
Custo anualizado por hectare	122,32	149,72
<b>Total (A+a) (B+b)</b>	<b>23.172,92</b>	<b>28.363,60</b>

FONTE: O AUTOR, DADOS DE PESQUISA, 2014.

Prosseguindo na análise econômica apresentada na TABELA 12, obtivemos um custo total da agricultura de precisão (AP) de R\$ 23.172,92 e o da agricultura convencional (AC) de R\$ 28.363,60. Conforme as TABELAS 10 e 11 nos mostram a quantidade de calcário para o sistema de AC é de 83.100,00 kg e para o sistema AP é de 76.884,59 kg existindo assim uma diferença de 6.215,41 kg, para o gesso a quantidade no sistema AC é de 99.720,00 kg e para o sistema AP é de 43.592,75 kg existindo assim uma diferença de 56.127,25 kg.

Nesta análise econômica podemos observar na TABELA 12 que o custo anual por hectare no sistema AC ficará em R\$ 149,72 e o custo anual do sistema AP ficará em R\$ 122,32 existindo assim uma diferença de R\$ 27,40/hectare/ano.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que com a adoção da Agricultura de Precisão com aplicação em taxa variável o custo da correção do solo reduziu em R\$ 27,40/hectare/ano e houve uma redução na quantidade de insumos adquiridos e a serem distribuídos, comparado ao manejo tradicional.

- Os custos estimados de adoção e implantação foram de R\$ 16.395,94 para AP e de R\$ 20.068,34 para AC.
- A redução de insumos com a adoção da AP foi de 6.215,41 kg de calcário dolomítico e de 56.127,25 kg de gesso agrícola.
- O sistema de agricultura de precisão (AP) se mostrou viável economicamente quando comparado com o sistema de agricultura convencional (AC), a adoção da AP impactou em uma economia de R\$ 6.640,16, 33% do valor total da adoção da Agricultura Convencional.

O resultado desta economia cobre os custos da adoção do sistema de Agricultura de Precisão e da terceirização da distribuição dos insumos em taxa variável, custo estes que totalizaram R\$ 5.834,40 ou possa vir a ser complemento no pagamento de um distribuidor de fertilizantes e corretivos futuramente economizando novamente por ter uma máquina própria.

Sendo assim conclui-se que o sistema de agricultura de precisão pode ser implantado no cerrado, pois foi demonstrado que a adoção da tecnologia de aplicação em zonas de manejo é viável economicamente, mostrando que a ferramenta auxilia na racionalização de insumos e gera economia ao produtor.

## 7 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALVAREZ, V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, 1999. p. 43-60.

ATKINSON, A.A.; BANKER, R.; KAPLAN, R.S.; YOUNG, S.M. **Contabilidade gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.

BATCHELOR, B.; WHIGHAM, K.; DEWITT, J., *et al.* **Precision agriculture: introduction to precision agriculture**. Iowa Cooperative extension, 1997. 4p. Disponível na Internet. <http://www.extension.iastate.edu/Pages/precisionag/prec-ag.pdf> em 18 Setembro 2012.

BILAS, R. A.. **Teoria microeconômica**. 8ª ed. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1980.

CAMPO, P. do. **Agricultura de precisão. Inovações do campo. Piracicaba**. 2000. Disponível na Internet. [http://www1.portaldocampo.com.br/inovacoes/agric\\_precisao03.htm](http://www1.portaldocampo.com.br/inovacoes/agric_precisao03.htm) em 06 Setembro 2013.

CANTARUTTI, R. B.; ALVARES V. V.H.; RIBEIRO, A. C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p. 13-20, 1999.

CAPELLI, N.L. **Agricultura de precisão - Novas tecnologias para o processo produtivo**. LIE/DMAQAG/ FEAGRI/UNICAMP, 1999.

COELHO, A.M. Agricultura de precisão em sistemas agrícolas. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. (Eds.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p.1062-1080.

COELHO, A.M. **Potencial de utilização das técnicas de agricultura de precisão na recuperação da fertilidade dos solos sob pastagens degradadas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. (CNPMS. Circular Técnica, 68)

CONTINI, E. **Dinamismo do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=22>>. Acesso em : abril de 2013.

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

GENTIL, L.V.; FERREIRA, S.M. **Agricultura de precisão: Prepare-se para o futuro, mas com os pés no chão.** Revista A Granja, Porto Alegre, n 610, 1999. p12-17.

HONG, Y. C.. **Contabilidade Gerencial.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUIMARÃES GUILHERME, L.R. **Correção da acidez do solo.** São Paulo: ANDA. 1991.22p. (Boletim Técnico 1).

LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de Análise de Solo - Conceitos e Aplicações.** 3º edição. São Paulo: ANDA. 1989. 64p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro: Uma Oportunidade de Investimento.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: abril de 2013.

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

MILLER, R. L.. **Microeconomia: teoria, questões e aplicações.** São Paulo, McGraw-Hill, 1981.

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

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

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. **Uso de Gesso Agrícola nos Solos do Cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados,** 2005. (CPAC. Circular Técnica 32).

SANTOS, R.V.. **Aplicação do Custo de Oportunidade às Decisões de Preço de Renda sobre o Enfoque do Custeio Direto.** Iob Informações Objetivas Temática Contábil e Balanços, 2000.

TORRE-NETO, A. **Conceitos, princípios, vantagens e potencialidades de aplicação da agricultura de precisão.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, 1997, Passo Fundo-RS, **Anais...**Passo Fundo-RS:Embrapa trigo, 1997, p. 37-42.

**VALE, S.M.L.R. Avaliação de sistemas de informação para produtores rurais: metodologias e um estudo de caso.** 1995. 139 f. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

**VOLKWEISS, S.J.; TEDESCO, M.J. A calagem dos solos ácidos: prática e benefícios.** Porto Alegre: UFRGS, 1984. (UFRGS. Boletim Técnico de Solos, 1)