

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

**VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE
AGRICULTURA DE PRECISÃO NA LAVOURA
ORIZÍCOLA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Leonardo Cezar Mainardi

Santa Maria, RS, Brasil

2015

VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO NA LAVOURA ORIZÍCOLA

Leonardo Cezar Mainardi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Área de Concentração em Tecnologia em Agricultura de Precisão, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**

Orientador: Prof. Dr. Elódio Sebem

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**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

**VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE
PRECISÃO NA LAVOURA ORIZÍCOLA**

elaborada por
Leonardo Cezar Mainardi

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

COMISSÃO EXAMINADORA:

Elódio Sebem, Dr. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)

Alexandre Russini, Dr. (UNIPAMPA)

Jairo Alfredo Genz Bolter, Dr. (UNIPAMPA)

Santa Maria, 28 de janeiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas pessoas que colocou em minha vida e pelas oportunidades oferecidas.

A minha noiva Cheyenne Salines Rodrigues, pela paciência e colaboração no período de estudos e durante a realização do trabalho, onde soube suportar os momentos de ausência.

Ao meu pai Domingos Mainardi, que sempre me apoiou e me incentivou pela busca de conhecimento e qualificação, mas que infelizmente não está mais aqui para presenciar a realização desta conquista.

A minha mãe, irmãos, sogros, cunhados, sobrinhos e a toda minha família que sempre me apoiaram nesta jornada.

Ao professor orientador Dr. Elódio Sebem, pela orientação e pela disposição sempre que necessária, sem medir esforços para me auxiliar na conclusão deste trabalho.

Aos professores Dr. Alexandre Russini e Dr. Jairo Alfredo Genz Bolter pela participação na banca examinadora desta dissertação.

A equipe de técnicos da empresa Drakkar Agricultura de Precisão, pela realização do trabalho de georreferenciamento e elaboração dos mapas de aplicação.

A Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de cursar o Mestrado em Agricultura de Precisão.

A Coordenação e docentes do PPGAP, pelo estímulo à busca do conhecimento e pela dedicação empregada no curso.

Aos meus amigos e colegas, que sempre me apoiaram e estiveram presentes na realização deste trabalho.

A todos os citados, o meu agradecimento!

RESUMO

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

VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO NA LAVOURA ORIZÍCOLA

AUTOR: LEONARDO CEZAR MAINARDI
ORIENTADOR: ELÓDIO SEBEM

Data e local da defesa: Santa Maria, 28 de janeiro de 2015.

A cultura do arroz é de fundamental importância para a economia do Estado, onde há a necessidade de melhorias na produtividade e rentabilidade da lavoura implantada. Este trabalho teve como objetivo avaliar os custos de produção da implantação de uma lavoura orizícola utilizando técnicas de Agricultura de Precisão visando a obtenção de melhores rendimentos produtivos. O experimento foi realizado no município de Rosário do Sul – RS, em área de cultivo contínuo com rotações das culturas de arroz, soja e pastagens. A área analisada foi um talhão de 55 hectares e a metodologia aplicada constituiu de um comparativo de dois anos consecutivos de cultivo de arroz irrigado, sendo na safra 2012/2013 o cultivo no sistema convencional de adubação e na safra 2013/2014 o cultivo com a implantação de técnicas de agricultura de precisão. Para a implantação das técnicas de AP utilizou-se as ferramentas necessárias para a amostragem georreferenciada do solo, a interpretação dos atributos químicos do solo, recomendação e elaboração dos mapas de aplicação de insumos. Através da análise obtida, fizeram-se as correções recomendadas com a aplicação de calcário, potássio e fósforo em taxa variável, para metas de alta produtividade da cultura. O resultado do experimento determinou um custo de produção para a implantação de técnicas de Agricultura de Precisão de 30,20% superior ao custo do cultivo de maneira convencional. Respectivamente, obteve-se também uma produtividade de 14,30% superior e lucratividade de 10,85% superior ao cultivo convencional. A reanálise do solo após a safra 2013/2014 mostrou uma melhora significativa nos atributos químicos, justificando o alto investimento inicial da implantação das técnicas. Além disso, foi analisada a viabilidade econômica da aquisição de distribuidor centrífugo, para a realização das aplicações de insumos em taxa variável. Esta aquisição se mostrou economicamente viável para áreas maiores de 200 ha, se comparados com o custo de empresas prestadoras de serviço.

Palavras-chave: Taxa Variável de Insumos. Lucratividade. Arroz Irrigado.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Post-Graduation Program on Precision Agriculture
Santa Maria Federal University

FEASIBILITY ON THE USE OF TECHNIQUES OF PRECISION AGRICULTURE IN THE RICE CULTIVATION

AUTHOR: LEONARDO CEZAR MAINARDI
MENTOR: ELÓDIO SEBEM

Date and place of defense: Santa Maria, January 28th, 2015.

Rice cultivation is on fundamental importance to the state's economy, where there is a need for improvements in productivity and profitability of farming located. This paper aimed to evaluate the production costs of the implementation of a rice farming using techniques of Precision Agriculture to obtain better productive incomes. The experiment was performed in the city of Rosário do Sul – RS, in constant cultivation and with rotation of the rice, soy and grazing crops. The studied area is a section of 55 hectares and the methodology implemented was the comparative of two consecutive years of irrigated rice cultivation, being the crop in a conventional fertilization system in 2012/2013 and in 2013/2014 the cultivation was with the implementation of Precision Agriculture techniques. Necessary tools for the soil geo-referenced sampling were used to implement the Precision Agriculture techniques, and the recommendation and elaboration of input application maps. Through the obtained analysis, recommended corrections were made with the application of chalk, potassium and phosphorus in a variable rate, for goals of high crop efficiency. The result of the experiment determined a production cost for the implementation of precision agriculture techniques of 30,20% higher than the conventional crop cost. Respectively, it was also obtained an efficiency of 14,30% higher and profitability of 10,85% higher than the conventional crop. The reevaluation of the soil after the crop of 2013/2014 showed a significant improvement on the chemical attributes of the soil, justifying the high initial investment of the techniques implementation. Besides, the economic viability to purchase the centrifugal distributor was analyzed. This acquisition seemed to be economically viable for areas bigger than 200 hectares, if compared to the cost of service provider companies.

Keywords: Input variable rate. Profitability. Irrigated Rice.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do custo total. Onde CT são Custos Totais, CVT são Custos Variáveis Totais e CFT são Custos Fixos Totais.....	29
Figura 2 – Área de estudos do talhão Ilha, localizado no município de Rosário do Sul - RS....	36
Figura 3 – Croqui do talhão utilizado no experimento.....	37
Figura 4 - Relevo do talhão Ilha.	38
Figura 5 – Gradagem do talhão Ilha.	41
Figura 6 - Nivelamento do talhão Ilha.	42
Figura 7 - Plantio do talhão Ilha.....	42
Figura 8 – Grade de amostragem utilizada na coleta das análises de solo para a avaliação dos dados de fertilidade.....	43
Figura 9 - Fertigrama do talhão Ilha.	50
Figura 10 - Mapa de aplicação de Calcário do talhão Ilha.....	50
Figura 11 - Distribuição dos atributos químicos no talhão Ilha, (a) teor de argila, (b) pH, (c) saturação por bases e (d) saturação por alumínio.	51
Figura 12 - Distribuição dos atributos químicos no talhão Ilha, (a) matéria orgânica, (b) enxofre, (c) saturação de potássio e (d) fósforo.	52
Figura 13 - Mapa de aplicação de Fósforo do talhão Ilha.	54
Figura 14 - Mapa de aplicação de Potássio do talhão Ilha.	55
Figura 15 - Mapa de aplicação de Nitrogênio do talhão Ilha.	58
Figura 16 - Colheita no talhão Ilha, safra 2012/2013.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custos de produção da cultura do arroz na fase de implantação da lavoura.....	48
Tabela 2 - Valores médios dos tributos químicos do talhão Ilha.....	49
Tabela 3 - Custos de produção da cultura do arroz na fase de condução do cultivo.....	56
Tabela 4 - Custos de produção da cultura de arroz na fase de colheita do cultivo.	60
Tabela 5 - Análise da produtividade e lucratividade das safras analisadas..	62
Tabela 6 – Reanálise dos atributos do solo.....	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	14
2.1 Agricultura de Precisão	14
2.1.1 Variabilidade dos Atributos do Solo.....	16
2.1.2 Aplicação de insumos a Taxas Variadas	17
2.1.3 Monitoramento da variabilidade da produtividade	19
2.2 Cultura do Arroz.....	20
2.2.1 Histórico de produção	21
2.2.2 Sistema de cultivo	21
2.2.3 Adubação e Calagem	22
2.3 Análise econômica de propriedades rurais	26
2.3.1 Custos	27
2.3.2 Custos de produção.....	28
2.3.3 Indicadores de desempenho	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 Material.....	35
3.1.1 Localização da área de estudos.....	35
3.1.2 Características geográficas das áreas experimentadas.....	36
3.1.3 Máquinas e equipamentos da propriedade.....	38
3.2 Procedimentos Metodológicos	39
3.2.1 Implantação da cultura do arroz	40
3.2.2 Condução da cultura do arroz	44
3.2.3 Colheita da cultura do arroz.....	45
3.3 Análise dos atributos do solo após a colheita	45
3.4 Análise da viabilidade econômica da aquisição de equipamentos para AP	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47

4.1 Análise dos custos de produção da cultura do arroz	47
4.1.1 Custos na Implantação da Cultura do arroz	47
4.1.2 Custos na condução da Cultura do arroz	56
4.1.3 Custos de colheita da Cultura do arroz	59
4.2 Análise da produtividade e lucratividade	61
4.3 Análise dos atributos do solo após a colheita	63
4.4 Análise da viabilidade econômica da aquisição de equipamentos para AP	64
5 CONCLUSÕES	67
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	69
APÊNDICE A.....	73

1 INTRODUÇÃO

Na agricultura moderna a utilização de novas tecnologias é fundamental para a busca de melhores produtividades e uma maior rentabilidade no campo. A Agricultura de Precisão (AP) é a ferramenta ideal para este objetivo, pois consiste num conjunto de métodos e processos para a tomada de decisões na cadeia produtiva, aumentando a eficiência no campo (MOLIN, 2004).

A Agricultura de Precisão baseia-se no gerenciamento localizado de sistemas agrícolas, utilizando recursos como mapeamento dos fatores de produção, ferramentas de suporte a decisão e aplicação localizada de insumos (ANTUNIASSI, 2006).

A AP teve seu início com o desenvolvimento da eletrônica embarcada. Após o ano de 1990, com o sinal corrigido do Sistema de Posicionamento Global (GPS), houve um aumento nas pesquisas de agricultura de precisão, tornando esta ferramenta uma prática usual entre os agricultores brasileiros (MOLIN, 2004).

Na cultura do arroz irrigado (*Oriza sativa* L.), a agricultura de precisão teve um aumento considerável nos últimos anos, sendo que o entrave com maior relevância era equipamentos não adaptados à cultura (NOLLER, 2012). A cultura do arroz abrange uma área de mais de um milhão de hectares no estado do Rio grande do Sul, onde aproximadamente 24.000 mil hectares são cultivados no município de Rosário do Sul (RS), local da realização deste trabalho.

A Agricultura de Precisão é uma ferramenta que pode ajudar no aumento da produtividade e eficiência no uso de insumos na cultura do arroz. Entretanto sua utilização é questionável devido ao seu elevado custo de implantação, principalmente em pequenas propriedades rurais, com áreas menores de 100 hectares (ha), onde a aquisição de implementos específicos é praticamente inviável pelo alto custo dos mesmos.

A implantação de técnicas de AP em uma propriedade rural começa principalmente pela correção do solo; com a definição de uma grade de

amostragem, coleta do solo, elaboração do mapa de correção e a aplicação em taxa variável da correção indicada para cada cultura.

Considerando o exposto, a proposta deste trabalho é avaliar a aplicação de algumas técnicas de Agricultura de Precisão em áreas de cultivo de arroz, comparando os resultados de produtividade e custos de produção. Acredita-se que com a correção do solo de maneira equilibrada, com a aplicação de insumos a taxa variável e com a utilização de equipamentos adequados, serão garantidas melhorias na produtividade e rentabilidade da lavoura implantada.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os custos de produção e a relação custo-benefício para o produtor rural ao adotar técnicas de agricultura de precisão no cultivo de arroz irrigado.

1.1.2 Objetivos Específicos

Realizar o cultivo do arroz irrigado adotando o sistema convencional de adubação, com recomendações de manejo para altas produtividades no primeiro ano de cultivo; e no segundo ano realizar a aplicação de técnicas de agricultura de precisão, com amostragem do solo, elaboração de mapas de aplicação e aplicação de insumos em taxa variável.

Realizar a comparação dos resultados obtidos nos dois sistemas de cultivo nos períodos avaliados, considerando a produtividade obtida, os custos de produção de cada sistema e a relação custo-benefício da implantação da agricultura de precisão.

Avaliar os atributos do solo após a colheita para verificar como as técnicas de AP contribuíram para uma melhor manutenção da fertilidade do solo.

Avaliar a viabilidade econômica da aquisição de um distribuidor centrífugo para a realização das principais atividades de implantação das técnicas de Agricultura de Precisão na propriedade do experimento.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Agricultura de Precisão

A Agricultura de Precisão é um conjunto de ferramentas utilizadas para melhorar a eficiência na propriedade rural, através de práticas e manejos que diminuam a variabilidade espacial de uma determinada área, tornando-a homogênea. Isto nada mais é do que identificar dentro dessa área os locais que precisam de uma maior atenção e aplicar nestes locais um tratamento diferenciado para, posteriormente, tratar a área como um todo (MOLIN, 2004).

Segundo Lemainski (2007), a AP consiste em ferramentas de gerenciamento agrícola, cujo objetivo é aumentar a eficiência, com base no manejo diferenciado de áreas e subáreas agrícolas. De acordo com Dampney & Moore (1999), o termo agricultura de precisão refere-se às medições e manejo da variabilidade espacial dentro de culturas e campos individuais.

O objetivo principal da agricultura de precisão é manejar todo o conjunto de uma área particular cultivada de modo ótimo, de tal forma que os lucros agrícolas sejam maximizados e o impacto da agricultura no meio ambiente seja minimizado (RODRIGUES, 2002).

A AP compreende um conjunto de ferramentas que combina sensores, sistemas de informação, máquinas adaptadas e gestão de conhecimento para aperfeiçoar a produção e minimizar a variabilidade e incerteza em sistemas agrícolas. Assim, proporciona meios para controlar a cadeia de produção alimentar e gerenciar a quantidade e a qualidade dos produtos agrícolas (GEBBERS E ADAMCHUK, 2012).

De acordo com DELLAMEA et al. (2006), a AP apresenta-se como uma excelente alternativa de manejo da fertilidade do solo, pois a correção da deficiência de um determinado nutriente será realizada somente nos locais onde ela realmente existir. Por outro lado, nos locais onde os teores de nutrientes já se encontrarem em

níveis muito altos é possível reduzir a dose a ser aplicada, com isso reduzir os custos de produção e elevar o potencial produtivo.

A agricultura de precisão procura perceber a produtividade potencial e a qualidade da cultura com o incremento do retorno econômico de todas as partes de um campo, com o mínimo impacto sobre o meio ambiente (RODRIGUES, 2002).

A agricultura tradicional hoje aplicada tem suas decisões, recomendações e intervenções simplificadas e válidas para grandes extensões de áreas a partir de diagnósticos médios, extensivos a essas áreas. Os pequenos agricultores tem um domínio maior sobre a variabilidade de sua área, em função do maior contato, embora apenas visual dos detalhes da lavoura. Entretanto, nas propriedades de maior tamanho esse detalhamento foi sendo reduzido, ocorrendo uma limitação do nível de controle. Assim, é possível afirmar que a agricultura tradicional hoje praticada é embasada em valores médios, com excessiva simplificação, principalmente nos diagnósticos, recomendações e intervenções (MOLIN, 2004).

A tendência é que a agricultura de precisão comece a ganhar espaço frente à agricultura tradicional, referente à busca dos produtores rurais por uma maior produtividade e maior rentabilidade no campo (DELLAMEA et al. 2006).

Segundo MOLIN (2004), pode-se afirmar que a agricultura de precisão é tão óbvia que deva ser passageira como área de discussão e será naturalmente incorporada e deixará de existir, confundindo-se com nossas atividades de rotinas no futuro.

De acordo com MOLIN (2004), a agricultura de precisão pode ser dividida em três grandes etapas:

- Coleta de dados com o objetivo de mapear a variabilidade espacial e temporal do campo;
- Análise dos dados e tomada de decisões;
- Aplicação localizada de insumos agrícolas.

De acordo com UMEZO (2003), as etapas da agricultura de precisão constituem-se um ciclo que é repetido a cada safra. Uma cuidadosa avaliação dos resultados deve ser realizada em cada uma das etapas, reavaliando a estratégia utilizada e permitindo um refinamento de todo o processo.

2.1.1 Variabilidade dos Atributos do Solo

A agricultura convencional, praticada pela maioria dos agricultores, geralmente faz uso intenso de insumos agrícolas. Estes, além de aumentar os custos de produção, podem causar contaminação das águas superficiais e subterrâneas, comprometendo, assim, a utilização deste recurso natural, imprescindível à humanidade (MERCANTE et al. 2003).

De acordo com Silva et al. (2003), o estudo da variabilidade espacial de propriedades do solo tem grande importância não só na escolha de uma área experimental, locação das unidades experimentais, coleta de amostras e interpretação de resultados, mas também no levantamento e classificação de solos e nos esquemas de uso racional de fertilizantes.

Quando determinado atributo de solo varia de um local para outro, com algum grau de organização ou continuidade, expresso pela avaliação da dependência espacial, os resultados da estatística clássica são mais bem entendidos e aproveitados pela geoestatística (VIEIRA, 2000).

A geoestatística é um ramo da estatística que utiliza conceito de variáveis regionalizadas na avaliação de variabilidade espacial. Não se limita apenas em obter um modelo de dependência espacial, pretende também estimar valores de pontos nos locais onde não foram coletados (GREGO et al., 2013).

Com o desenvolvimento da agricultura de precisão, o conhecimento da distribuição espacial de variáveis de solo e planta tornou-se indispensável para o planejamento e otimização de adubações, tratamentos culturais e colheita. Portanto, o estudo da variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas dos solos é importante em áreas com diferentes manejos, pois pode indicar alternativas de manejo de solo para reduzir os efeitos da variabilidade horizontal e vertical do solo (SILVA et al., 2003).

Segundo Barbieri et al. (2008), a variabilidade espacial dos atributos químicos de solos possibilita a recomendação de doses de calcário, fósforo e potássio com taxas variadas, proporcionando economia e maior eficiência na aplicação, onde os limites de áreas mais homogêneas podem ser definidos pelas características do relevo.

Para representar a variabilidade espacial de uma área, uma das maneiras mais utilizadas é por meio de mapas de isolinhas. No entanto, para construção desses mapas é necessário que a variável a ser representada seja conhecida, bem como sua distribuição. Na análise de variabilidade espacial, a maneira mais usual de representação é utilizando técnicas de geoestatística e interpolação (MACHADO et al., 2007).

Os dados normalmente são georreferenciados e organizados em múltiplas camadas de informações que frequentemente são processadas em mapas. Assim, é possível a elaboração dos mapas para aplicação de insumos em taxas variadas (BARBIERI et al., 2008).

De acordo com Menegatti et al. (2004), a partir dos pontos amostrais são criadas quadrículas, menor unidade de resolução dos mapas, sendo-lhes atribuídos valores de fertilidade e posicionamento. Com base nos mapas de fertilidade, mapas de recomendação de adubação podem ser gerados por determinados *softwares*, através da aplicação de uma equação de cálculo de adubação a cada quadrícula do mapa. Sendo assim, todo o mapa terá uma recomendação de adubação baseada no valor inerente de cada quadrícula.

2.1.2 Aplicação de insumos a Taxas Variadas

Para completar o ciclo da agricultura de precisão são necessários equipamentos com capacidade de aplicar, de forma precisa, insumos a taxas variáveis. O desenvolvimento da denominada “Tecnologia de Aplicação Variável” (VRT – Variable Rate Technology) requer pesquisas tanto na área de gerenciamento de dados como no projeto de equipamentos dedicados (UMEZO, 2003).

Segundo Umezo e Capelli (2006), o GPS possibilita a localização e orientação da máquina em qualquer lugar do campo. O equipamento com VRT, integrado ao GPS e SIG (Sistema de Informações Geográficas), realiza a aplicação de insumos em local específico, com dosagens variáveis. Esta integração fornece informações que permitem aos produtores aplicar insumos como fertilizantes, herbicidas e defensivos, em dosagens e locais apropriados, favorecendo a proteção do meio ambiente.

Sudduth (1999) coloca que a tomada de decisões para aplicação localizada de insumos pode ser implementada de maneira “*on-line*” ou “*off-line*”. Na tomada de decisões de forma *on-line* ou baseada em sensores em tempo real, o equipamento controlado incorpora sensores, sendo os dados de tais sensores usados imediatamente para o controle automático da aplicação. Nos equipamentos que operam de forma *off-line* ou baseada em mapas de aplicação, os dados são coletados, armazenados e processados em uma operação distinta, e o equipamento utiliza essas informações para efetuar a aplicação. A tecnologia baseada em mapas de aplicação permite maior flexibilidade na manipulação dos dados e no pré-processamento, porém requer que a localização do equipamento no campo seja precisamente definida.

Segundo Umezo (2003), os dispositivos de aplicação variável baseados em mapas, normalmente são constituídos por sensores, controladores e atuadores. Os sensores têm a função de medir uma determinada variável e enviar um sinal elétrico ao controlador. Os sensores normalmente encontrados em um equipamento VRT são de fluxo (mássico e volumétrico), de pressão, de presença, de velocidade angular e linear, de peso, etc., podendo-se ainda, considerar o receptor de GPS como um sensor de posição.

Ainda de acordo com Umezo (2003), os controladores são dispositivos eletrônicos, normalmente microprocessados, que têm a função de variar a taxa de aplicação em função de informações obtidas dos sensores e do mapa de aplicação de insumos. Alguns controladores possuem dispositivos de armazenamento de dados, interface para cartões de memória, display e teclado multifunções para configuração, operação e monitoramento do equipamento. Os atuadores, em um equipamento VRT, são dispositivos que respondem aos sinais do controlador, regulando a quantidade de material aplicado a cada instante de tempo. Os atuadores mais comuns são: válvulas de fluxo, atuadores hidráulicos e pneumáticos, motores hidráulicos e elétricos, bombas, etc.

2.1.3 Monitoramento da variabilidade da produtividade

Na agricultura tradicional, a produtividade da lavoura ou de determinados talhões é representada por uma média de produtividade da área de interesse como um todo. Esta prática não é considerada eficiente do ponto de vista de determinar, dentro da propriedade, quais são as regiões que precisam de uma atenção maior do produtor, a fim de corrigir erros e melhorar a homogeneidade da área. Assim, é possível afirmar que sem dúvida a melhor informação do resultado da lavoura é a colheita (COELHO, 2008).

Na agricultura de precisão essa informação é o mapa de produtividade de cada pequena porção da lavoura. É uma imagem que representa a variabilidade espacial da produção. Para se gerar os mapas de produtividade no caso dos grãos, é necessária a instalação de alguns dispositivos especiais na colhedora ou a aquisição de uma colhedora já equipada de fábrica. A configuração básica de um sistema inclui um sensor de fluxo de grãos e um sensor de umidade de massa de grãos, ambos geralmente instalados no elevador de grãos limpos da máquina, um sensor de velocidade da máquina, um interruptor ou sensor da plataforma, GPS e o monitor com sistema para armazenamento dos dados, instalado na cabine (MOLIN, 2004).

Para se ter uma precisão totalmente confiável dos dados é necessária a correta calibração dos equipamentos e sensores. A calibração deve ocorrer sempre que necessária e o operador tem que ser treinado para reconhecer possíveis falhas dos sensores e evitar o comprometimento dos dados coletados (MENEGATTI et al. 2004).

Segundo MOLIN (2004), os equipamentos disponíveis no mercado e com as configurações usuais, são obtidos de 250 a 1500 pontos por hectare, dependendo da configuração relacionada à frequência de coleta de dados. Isso significa que cada ponto representa a produção de uma área que pode variar de algo entre 7 e 40 m². Esses dados são transformados em informações tipo *raster* em programas SIG após a utilização de algum interpolador e podem então ser utilizados para análise em uma base única e com células georeferenciadas.

Entre os equipamentos para AP, os geradores de mapas de produtividade durante a colheita são considerados como a parte mais cara do investimento. Isso

se deve ao fato de investir em novas colhedoras com o sistema de monitoramento, cujos valores podem chegar à faixa de R\$ 700 mil a R\$ 1,5 milhão (IRGA, 2014).

Entretanto, é possível encontrar no mercado kits adaptáveis as diferentes marcas de colhedoras, com custo de aproximadamente R\$ 5 mil (IRGA, 2014). Através da utilização destes kits, é possível um maior acesso dos produtores as informações de produtividade das lavouras, com investimento racional e viável (MOLIN, 2004).

A qualidade da informação torna-se fator primordial quando os mapas formam a base de dados que sustentará o processo de tomada de decisão. Os erros introduzidos pela automatização do processo podem levar a conclusões errôneas, apresentando áreas com produtividades irreais (MENEGATTI et al. 2004).

Assim, é necessário muito cuidado na interpretação dos dados, e geralmente são utilizados algoritmos computacionais para a filtragem e correção de dados coletados erroneamente pelo equipamento de monitoramento. Segundo Molin (2004) e Coelho (2008), o percentual de dados coletados que precisam de correção podem chegar a 15% dos dados totais coletados.

2.2 Cultura do Arroz

O arroz é uma gramínea anual, classificada no grupo de plantas C-3, adaptada ao ambiente aquático. Esta adaptação é devida à presença de aerênquima no colmo e nas raízes da planta, que possibilita a passagem de oxigênio do ar para a camada da rizosfera. Para expressão de seu potencial produtivo, a cultura requer temperatura ao redor de 24 a 30°C e radiação solar elevada, considerando que a disponibilidade hídrica não é um fator limitante quando cultivada em condição de solo inundado (SOSBAI, 2007).

2.2.1 Histórico de produção

O arroz é uma das mais importantes culturas produzidas no Brasil, sua contribuição na produção nacional de grãos varia de 15% a 20%, sendo cultivado em praticamente todo o território nacional. Seu consumo é difundido em todas as classes sociais, ocupando posição de destaque do ponto de vista econômico e social, sendo responsável por suprir a dieta básica da população com um considerável aporte de calorias, proteínas e sais minerais (EMBRAPA, 2004).

O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do Brasil, com uma área cultivada de 1.115.864 hectares na safra 2013/2014, e uma produção aproximada de 8,2 milhões de toneladas. No Brasil, a produção na safra 2013/2014 alcançou 12,4 milhões de toneladas (IRGA, 2014).

No Rio Grande do Sul, o cultivo do arroz é feito exclusivamente de forma irrigado, obtendo produtividades superiores ao sistema de plantio em sequeiro. Assim, é possível obter produtividades médias em torno de 8.000 kg.ha⁻¹, com picos de produtividade chegando a mais de 12.000 kg.ha⁻¹.

2.2.2 Sistema de cultivo

O sistema de cultivo mínimo é o mais praticado na cultura do arroz, sendo que neste sistema se utiliza menos mobilização do solo quando comparado ao sistema convencional. No caso da cultura do arroz irrigado, os trabalhos de preparo de solo tanto podem ser realizados no verão como no final do inverno e início da primavera, sendo neste último caso, com uma antecedência mínima que permita a formação de uma cobertura vegetal. A semeadura é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo. Desta forma a incidência de plantas daninhas, principalmente o arroz vermelho, é bastante reduzida (EMBRAPA, 2007).

Outra alternativa como sistema de cultivo, é a rotação de culturas, principalmente com a cultura da soja. Neste sistema após o cultivo e colheita da soja, ocorre o entaipamento da área, e esta fica em repouso até o momento da

semeadura do arroz. Este sistema está sendo muito utilizado no estado do Rio Grande do Sul, principalmente pelo avanço da cultura da soja em terras baixas (IRGA, 2014).

Em síntese, a utilização de cultivos alternativos ao arroz em áreas de várzea propicia a utilização mais intensiva do solo e a melhoria de alguns de seus atributos, com a otimização do uso da mão de obra disponível, redução da incidência de arroz vermelho na área, redução de custos de produção com elevação da produtividade do arroz e diversificação de renda na propriedade (SOSBAI, 2007).

A época de semeadura é uma das práticas que desempenha um papel de destaque na obtenção de níveis altos e estáveis de produtividade, pelo fato de aumentar as chances de que as fases críticas da planta escapem das condições climáticas adversas e/ou coincidam com as favoráveis (SOSBAI, 2007).

A época de semeadura é preferencialmente nos meses de setembro e outubro, estendendo-se até o final do mês de novembro. Para um bom estande de plantas, é utilizada em média uma adubação de 300 kg.ha⁻¹ de adubo NPK fórmula, 100 kg.ha⁻¹ de semente certificada, além de no mínimo duas aplicações de ureia na cobertura. A colheita ocorre nos meses de fevereiro, março e abril (IRGA, 2014).

O ciclo de desenvolvimento do arroz pode ser dividido em três fases principais, a saber: plântula, vegetativa e reprodutiva. A duração de cada fase é função da cultivar, época de semeadura, região de cultivo e das condições de fertilidade do solo. A duração do ciclo varia entre 100 e 140 dias para a maioria das cultivares utilizadas no Rio Grande do Sul (SOSBAI, 2007).

Segundo o mesmo autor, as plantas daninhas são as maiores concorrentes das plantas de arroz por luz, constituindo-se em um dos principais limitantes de produtividade das lavouras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.

2.2.3 Adubação e Calagem

A calagem é definida como a prática de manejo que corresponde à utilização de calcário, ou produtos equivalentes, que atuam como agente corretivo da acidez do solo e como fonte de cálcio e de magnésio para as plantas, com a finalidade de proporcionar às plantas um ambiente de crescimento radicular adequado, seja

através da diminuição da atividade no solo de elementos potencialmente tóxicos (alumínio, manganês e ferro) e/ou favorecendo a disponibilidade de elementos essenciais (SOSBAI, 2007).

Segundo a Embrapa (2007), as recomendações para o arroz irrigado têm como objetivo proporcionar ao produtor o maior retorno líquido por cultivo e por unidade de área.

No caso da calagem, quando aplicada em quantidades indicadas para corrigir a acidez do solo, a meta é a obtenção do máximo retorno econômico em médio prazo, ou seja, para um período de aproximadamente cinco anos (SOSBAI, 2007).

Para uma correta determinação de adubação e calagem, deve ser feita a coleta de amostras de solo da área, de maneira a proporcionar o maior conhecimento e determinar uma maior homogeneidade da área. As amostras devem ser coletadas preferencialmente a na profundidade de 0 a 15 cm (EMBRAPA, 2007). Assim, depois de enviada para análise em laboratório, é possível realizar a necessidade de correção de adubação e calagem de cada área.

2.2.3.1 Recomendação de calagem

As atuais recomendações de adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado resultaram da análise de um grande número de experimentos de campo e de casa de vegetação, realizados por todas as Instituições de Pesquisa que trabalham com arroz no Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2007).

A recomendação de calagem para correção de acidez é feita sempre que o pH em água for $< 5,5$ e a saturação de bases $< 65\%$. Assim, através da análise das amostras de solo, é possível determinar a quantidade necessária de calagem em cada área (EMBRAPA, 2007).

A calagem também pode minimizar os efeitos prejudiciais da toxidez por ferro, que passou a se manifestar mais intensamente no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina a partir do lançamento das cultivares modernas (IRGA, 2014).

De acordo com o Sosbai (2010), existem dois tipos principais de calcário: o calcítico, composto basicamente de carbonato de cálcio, e o dolomítico, que tem em sua composição carbonatos de cálcio e de magnésio. Tendo em vista que o

magnésio é um nutriente essencial ao crescimento das culturas e pode apresentar-se com baixos teores nos solos ácidos do Rio Grande do Sul, recomenda-se optar pelo calcário dolomítico.

O valor corretivo da acidez do solo dos calcários disponíveis no mercado é avaliado pelo poder relativo de neutralização total (PRNT), que é uma medida da qualidade do calcário. Este índice é calculado em função do equivalente em CaCO_3 (valor de neutralização) e da granulometria (reatividade ou eficiência relativa das frações granulométricas) (EMBRAPA, 2007).

A aplicação deve ser realizada preferencialmente com um prazo de antecedência de 3 meses, visando o melhor aproveitamento da cultura. A aplicação ocorre de forma mecanizada através da utilização de um trator e um distribuidor de sólidos. A aplicação deve ocorrer em taxa fixa ou variável, de acordo com as necessidades de calagem. Para uma maior eficiência e agilidade do aproveitamento da calagem, é recomendada a incorporação do calcário com a utilização de uma gradagem da área (SOSBAI, 2010).

2.2.3.2 Recomendação de nitrogênio

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pelo arroz e também o que proporciona maiores respostas em produtividade. A recomendação de dosagem leva em consideração o histórico da lavoura com respeito à resposta ao nitrogênio e cultivos antecedentes (leguminosas ou gramíneas); a incidência de doenças, especialmente a "brusone", cujo desenvolvimento é favorecido pelo excesso de N; o desenvolvimento vegetativo da lavoura e as condições climáticas, de maneira especial a temperatura e radiação solar, ao longo do ciclo (EMBRAPA, 2007).

Para os sistemas de semeadura em solo seco (convencional, cultivo mínimo e plantio direto), recomenda-se aplicar $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N na semeadura e o restante em cobertura. Quando a dose a aplicar em cobertura for inferior a $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N, pode-se proceder uma aplicação única no início do desenvolvimento da panícula ("ponto de algodão"). Para os demais casos, é mais eficiente aplicar em torno de 50% da

dose de cobertura no início do perfilhamento e o restante no início do desenvolvimento da panícula (SOSBAI, 2007).

No sistema de semeadura em solo seco, dá-se preferência pela realização da primeira cobertura com nitrogênio em solo seco, com antecedência máxima de três dias do início da irrigação definitiva. Isto porque a água de irrigação promove a incorporação do fertilizante ao solo, mantendo-o disponível às plantas por um período maior. As demais aplicações de N, independentemente do sistema de implantação da cultura, devem ser feitas sobre uma lâmina de água não circulante (EMBRAPA, 2007).

2.2.3.3 Recomendações de fósforo

O fósforo (P) está entre os nutrientes mais favorecidos pelo alagamento do solo, que promove aumentos significativos em sua disponibilidade para as plantas de arroz, mesmo em solos com baixos teores de fósforo disponível, quando secos (EMBRAPA, 2007).

Segundo SOSBAI (2007), os teores entre $6,0 \text{ mg.dm}^{-3}$ e 20 mg.dm^{-3} de P no solo são considerados os teores regulares, abaixo dos quais a probabilidade de retorno econômico é muito pequena. As recomendações para solos com teores acima desses valores têm como objetivo repor a quantidade retirada pela cultura. Para solos com baixos teores de fósforo ($<3 \text{ mg.dm}^{-3}$), recomenda-se dar preferência ao uso de fontes de fósforo solúveis. Para solos com teores maiores que 3 mg.dm^{-3} é viável a utilização de outros fosfatos, isoladamente ou em misturas.

De acordo com EMBRAPA (2007), em razão da importância do fósforo na fase inicial de crescimento do arroz, da baixa mobilidade do elemento no solo e da grande translocação dentro da planta, indica-se a aplicação integral do nutriente na semeadura. No sistema de semeadura em solo seco, o fertilizante fosfatado pode ser aplicado a lanço ou em linha, preferencialmente ao lado e abaixo do sulco de semeadura. Recomenda-se, para as aplicações a lanço, a incorporação do adubo na camada superficial do solo. Contudo, em áreas já estabelecidas em sistema de plantio direto, resultados satisfatórios são obtidos apenas com a aplicação superficial dos fosfatos.

2.2.3.4 Recomendações de potássio

De acordo com SOSBAI (2007), que os teores críticos de potássio estabelecidos são: 45; 60 e 90 mg.dm⁻³, para solos com CTC_{pH 7,0} ≤ 5,0; entre 5,1 e 15,0 e > 15,0 cmol_c.dm⁻³, respectivamente. Independentemente do valor, admite-se que a probabilidade de retorno econômico oriundo da adubação potássica em solos contendo teores acima do nível crítico é muito pequena.

As fontes de fertilizantes potássicos existentes no mercado são o cloreto e o sulfato de potássio. Recomenda-se o cloreto de potássio por ser mais barato e seguro. O uso de sulfato de potássio em doses elevadas (acima de 60 kg.ha⁻¹ de K₂O) e sob temperatura alta pode liberar H₂S, o qual poderá atingir níveis tóxicos ao arroz.

2.3 Análise econômica de propriedades rurais

Para a realização da análise econômica de uma propriedade rural, é necessário fazer, num primeiro momento, um levantamento detalhado dos bens produzidos, bem de como todos os fatores de custos relacionados às quantidades produzidas (WERNER, 2007).

No cálculo do custo de produção de uma determinada cultura deve constar como informação básica a combinação de insumos, de serviços e de máquinas e implementos utilizados ao longo do processo produtivo (CONAB, 2006).

2.3.1 Custos

Na agricultura, a determinação dos custos é de fundamental importância para a tomada de decisões no processo produtivo, onde o agricultor define as práticas, manejos e culturas a serem implantadas. A determinação dos custos também é fundamental na decisão do capital a ser aplicado na propriedade, de fonte própria ou necessidade de contratação de crédito (SILVA, 2010).

Um sistema de custos revela ao administrador: as atividades menos custosas, as mais lucrativas, as operações de maior e menor custo e a vantagem de substituir umas pelas outras. Um dos seus principais objetivos é o de identificar os valores dos produtos, através da medida dos insumos utilizados, caracterizando-os em diretos e custos indiretos (WERNER, 2007).

A aplicação da contabilidade de custos é fundamental para a tomada de decisões sobre informações contábeis e financeiras. Assim, é importante um esforço para a classificação, agregação e refinamento das informações para uma melhor percepção da tomada de decisão (SILVA, 2010).

2.3.1.1 Custos diretos

Segundo FLOSS (2004), os custos diretos numa propriedade rural são aqueles provenientes de recursos específicos e exclusivos a atividade que os empregou, sendo atribuída integralmente aquela atividade.

Os custos diretos são todas aquelas despesas capazes de ser diretamente apropriadas ou ligadas a uma determinada atividade produtiva, sem a necessidade de nenhum tipo de processamento intermediário ou rateio de valores (SILVA, 2010).

2.3.1.2 Custos indiretos

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

De acordo com WERNER (2007), os custos indiretos são aquelas despesas com insumos ou serviços empenhados em mais de um centro de custos. O benefício desta despesa será usado por mais de uma atividade. Dessa forma, esses valores necessitam de algum tipo de processamento para serem apropriados às atividades produtivas.

2.3.2 Custos de produção

O custo de produção é o valor utilizado para se produzir um determinado bem, o qual se deve haver uma compensação financeira para que a produção continue. O termo “compensação” é utilizado no conceito de custo de produção, porque nem sempre ocorre pagamento formal (em dinheiro). Um bom exemplo disto é a depreciação de uma máquina ou equipamento de produção (SILVA, 2010).

É importante ao produtor estimar seu custo de produção antes do processo ou após o encerramento do mesmo. Na situação de pré-produção, as estimativas de orçamentos são realizadas sobre o capital investido em bens produtivos de longa duração. Trata-se de uma forma possível da empresa recuperar o bem de capital, repondo-o, quando este se tornar economicamente obsoleto ou não seja mais possível utilizá-lo (WERNER, 2004).

Segundo Floss e Werner (2004), na determinação dos custos de produção é necessário fazer a distinção dos Custos Fixos e dos Custos Variáveis, e os conceitos deles variados.

Segundo FLOSS (2004), em um processo produtivo existem recursos que são totalmente consumidos e aplicados em um único ciclo de produção, deixando de ser utilizado e de onerar o produtor caso este interrompa a produção por qualquer razão.

Este tipo de recurso, segundo o autor, são os que constituem os Custos de produção Variáveis (CV), pois variam também com a intensidade de exploração. Outros custos, denominados de Custos Fixos (CF), são utilizados por mais de ciclo de produção. A soma dos dois tipos de custos constitui os chamados Custos Totais (CT), conforme mostra a Figura 1.

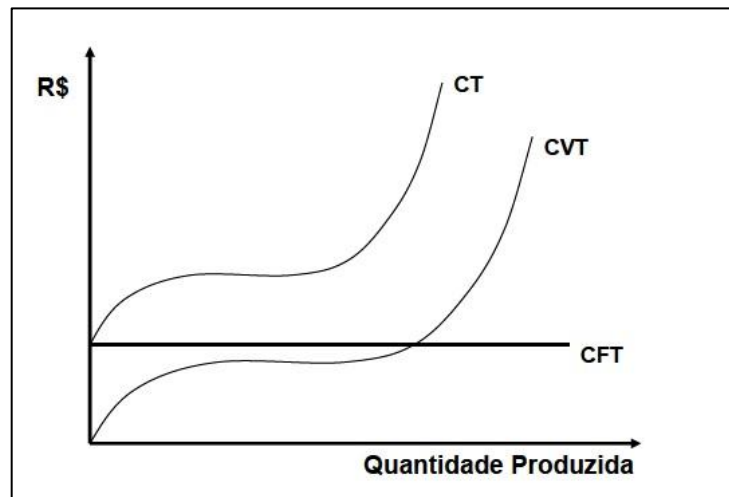


Figura 1 - Representação do custo total. Onde CT são Custos Totais, CVT são Custos Variáveis Totais e CFT são Custos Fixos Totais.
Fonte: FLOSS, 2004.

Os custos variáveis são os mais comumente utilizados pelos agricultores, servindo de subsídios para sua decisão de optar por uma cultura ou outra (FLOSS, 2004).

2.3.2.1 Custos fixos

Os custos fixos são aqueles que somados se mantêm inalterados, em termos físicos e de valor, independentemente do volume de produção dentro de um determinado intervalo de tempo (SILVA, 2010).

Segundo Floss (2004), estes custos referem-se ao conjunto de custos que permanecem inalterados no curto prazo e não variam em função da quantidade

produzida. Independente do volume de produção ou do nível de atividades, requerem a sua amortização, sendo determinantes da capacidade produtiva. Assim, correspondem os seguintes aspectos:

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

De acordo com Werner (2007), geralmente representam os custos fixos, os decorrentes do uso de capitais fixos da propriedade, além de impostos e de mão de obra permanente, entre outros. Assim, enquadram-se nos custos fixos:

- Terras e benfeitorias;
- Maquinas e equipamentos;
- Impostos e taxas fixas;
- Animais produtivos e de trabalho,
- Sistematização, correção do solo e lavouras permanentes.

Além destes, a depreciação dos bens, os juros sobre o capital investido em terras e outros ativos fixos (benfeitorias, máquinas e equipamentos), mão de obra permanente e mão de obra do produtor, compõem os custos fixos mais importantes (FLORES et al. 2001).

Os custos fixos geralmente são os grandes responsáveis por estruturas mal dimensionadas e pelo desperdício do lucro, devido à falta de planejamento e tomada de decisões antecipadas. Necessita da correta organização da empresa e conhecimento do negócio para chegar a conclusões definitivas (FLOSS, 2004).

Entre os custos fixos, a depreciação dos bens pode ser considerada como uma reserva contábil destinada a gerar fundos para a substituição do bem analisado. Assim, é necessário substituí-lo ao final de sua vida útil, que ocorre normalmente pelo desgaste físico ou pelo uso de novas tecnologias (SILVA, 2010).

Todos os bens utilizados pelo período superior a um ciclo de produção, como máquinas e equipamentos, deve ter seu custo de apropriação dividido em todos os ciclos produtivos em que foi utilizado, e não somente no que foi adquirido (WERNER, 2007).

2.3.2.2 Custos variáveis

Os custos variáveis são aqueles que variam conforme a quantidade produzida de um determinado produto. Representam geralmente as despesas diretas ou explícitas, decorrentes do uso de capitais, circulantes da propriedade, exigindo gastos monetários diretos (SILVA, 2010). Assim, enquadram-se nos custos variáveis:

- Insumos de modo geral (sementes, fertilizantes, defensivos, medicamentos);
 - Serviços prestados por mão de obra temporária,
 - Serviços de máquinas e equipamentos executados, entre outros.

Segundo Floss (2004), os custos variáveis incorporam-se ao produto final podendo ser alterado no curto prazo, favorecendo a tomada de decisão dos agricultores. Assim, são relevantes nas decisões das alternativas de atividades a serem adotadas. Como característica, exigem gasto monetário direto ou efetivo e, tem duração inferior a um ciclo de produção.

Os custos de reparos e conservação em máquinas e equipamentos representam o conjunto de despesas necessárias a manutenção do bem em condições de operação, de forma que cumpra sua função de uso (FLOSS, 2004).

Para a vida útil total das máquinas, utiliza-se um percentual do valor da máquina nova, que varia entre 6% e 8% ao ano ou 60% ou 80% da vida útil total. Para os implementos e equipamentos agrícolas, o percentual sobre o valor do bem novo costuma variar entre 4% e 10% ao ano ou 40% ou 100% da vida útil total (WERNER, 2007).

Segundo Floss (2004), as despesas com reparos e manutenção compõem os mais elevados itens dos custos operacionais, o que pode ser atribuído ao uso intensivo dos tratores agrícolas. O responsável do gerenciamento precisa estar atento aos fatores que afetam negativamente a vida útil do trator, tais como falta de manutenção preventiva, qualidade das peças de reposição e treinamento adequado do operador.

A manutenção adequada, juntamente ao correto armazenamento das máquinas, aumenta a eficiência do trabalho, minimizando perdas de tempo com paradas para correção de eventuais problemas (FLORES et al. 2001).

Outros custos variáveis também são adicionados à relação, multiplicando-se a quantidade utilizada pelo preço unitário de cada fator de produção (SILVA, 2010).

São estes:

- Insumos agrícolas, combustíveis e lubrificantes;
- Despesas com aluguel de máquinas;
- Mão de obra temporária (diárias + encargos sociais);
- Transporte externo (da fazenda ao armazém);
- Despesas com recepção, secagem, limpeza e embalagem;
- Assistência técnica;
- Seguro sobre a produção (Proagro);
- Impostos variáveis;
- Juro sobre capital de giro e,
- Despesas gerais.

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

2.3.2.3 Custos totais

Os custos totais ou custos operacionais efetivos é o resultado do somatório do custo fixo total com o custo variável total de uma determinada atividade produtiva. Assim, se o administrador dividir o custo total pela quantidade produzida obterá o custo total por unidade produzida. Este resultado serve como guia ao administrador para lançar-se ao mercado na comercialização do produto, sabendo até onde poderá ir à comercialização sem prejuízos ou perdas para a atividade (FLORES et al., 2001).

2.3.2.4 Critérios de rateio

De acordo com Werner (2007), o rateio dos custos indiretos numa propriedade agrícola é executado através de fórmulas e métodos para dividir e separar os custos entre as várias atividades agrícolas.

Segundo Flores et al. (2001), existem 5 critérios de rateio, devendo ser classificados e utilizados de acordo com o tipo de desembolso e atividade produtiva em que os valores serão rateados. Os critérios são: (i) de rateio por área utilizada, (ii) rateio por unidades animais da atividade, (iii) rateio por horas trabalhadas, (iv) rateio pela movimentação financeira e (v) rateio por divisão direta. Assim, com atividades de intensidade produtivas semelhantes, como a produção de grãos, pode-se tornar a área cultivada como parâmetro de rateio de custos fixos da produção.

2.3.3 Indicadores de desempenho

Segundo Floss (2004), um dos principais objetivos da administração rural é estabelecer os resultados de uma atividade ou da propriedade como um todo. A receita bruta representa o resultado de uma atividade em valores monetários, multiplicando o preço do produto pela quantidade produzida. Esta pode ser formada pelos seguintes itens:

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

Por outro lado, a denominada receita não caixa representa o resultado das atividades em valores não monetários, por exemplo:

- Aumento do valor do rebanho graças ao crescimento e engorda;

- Aumento do valor do inventário de máquinas, implementos, benfeitorias, etc., graças a reforma ou compra;
- Aumento do valor de inventário da terra graças à sistematização ou correção do solo;
- Aumento do inventário de insumos ou produtos em estoque.

De acordo com Werner (2004), descontando-se da margem bruta todos os custos variáveis, se obtém a margem de contribuição (MC). A MC indica os valores que cada produto ou unidade de produto comercializado pode contribuir para cobrir o total dos custos despendidos para a sua produção.

Um indicador importante de resultado pode ser a margem bruta (MB) ou margem operacional efetiva (MOE), que representa a diferença contábil entre a receita bruta gerada e o total de desembolsos realizados. O desembolso total (DT) ou custo operacional efetivo (COE) engloba todos os custos variáveis e parte dos custos fixos. Desconsiderando apenas os custos de depreciação, oportunidade da terra própria e custos de oportunidade de capital (FLOSS, 2004).

A margem operacional total (MOT) representa a diferença entre a receita bruta total e o custo operacional total (COT). O COT é representado pelo COE, somado aos custos, com depreciação de máquinas e benfeitorias. O custo total (CT) de produção engloba todos os custos. Somando ao COT os custos de oportunidade da terra, os custos de oportunidade de capital imobilizado e os custos sobre capital de giro (WERNER, 2004).

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

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Localização da área de estudos

A área de estudos localiza-se na empresa Agropecuária Mainardi, no município de Rosário do Sul – RS, no subdistrito denominado Campo Seco. O município está localizado na Região do Sudoeste Rio-Grandense, na microrregião Campanha Central, com uma área territorial de 4.369,657 km² e altitude média em relação ao nível do mar de 132 m (Figura 2).

O município se destaca no setor primário, sendo grande produtor de arroz, soja e pecuária de corte.

O PIB do município em 2012 foi de R\$ 595.958.000,00, e o PIB per capita é de R\$ 15.086,40. O setor agropecuário representa aproximadamente 28% desse valor (IBGE, 2014).

A região também apresenta uma grande indústria na área de armazenagem e beneficiamento de grãos, principalmente o arroz, onde inúmeras empresas são responsáveis pelo beneficiamento, comercialização e exportação do produto, agregando valor a cadeia produtiva (IBGE, 2014).

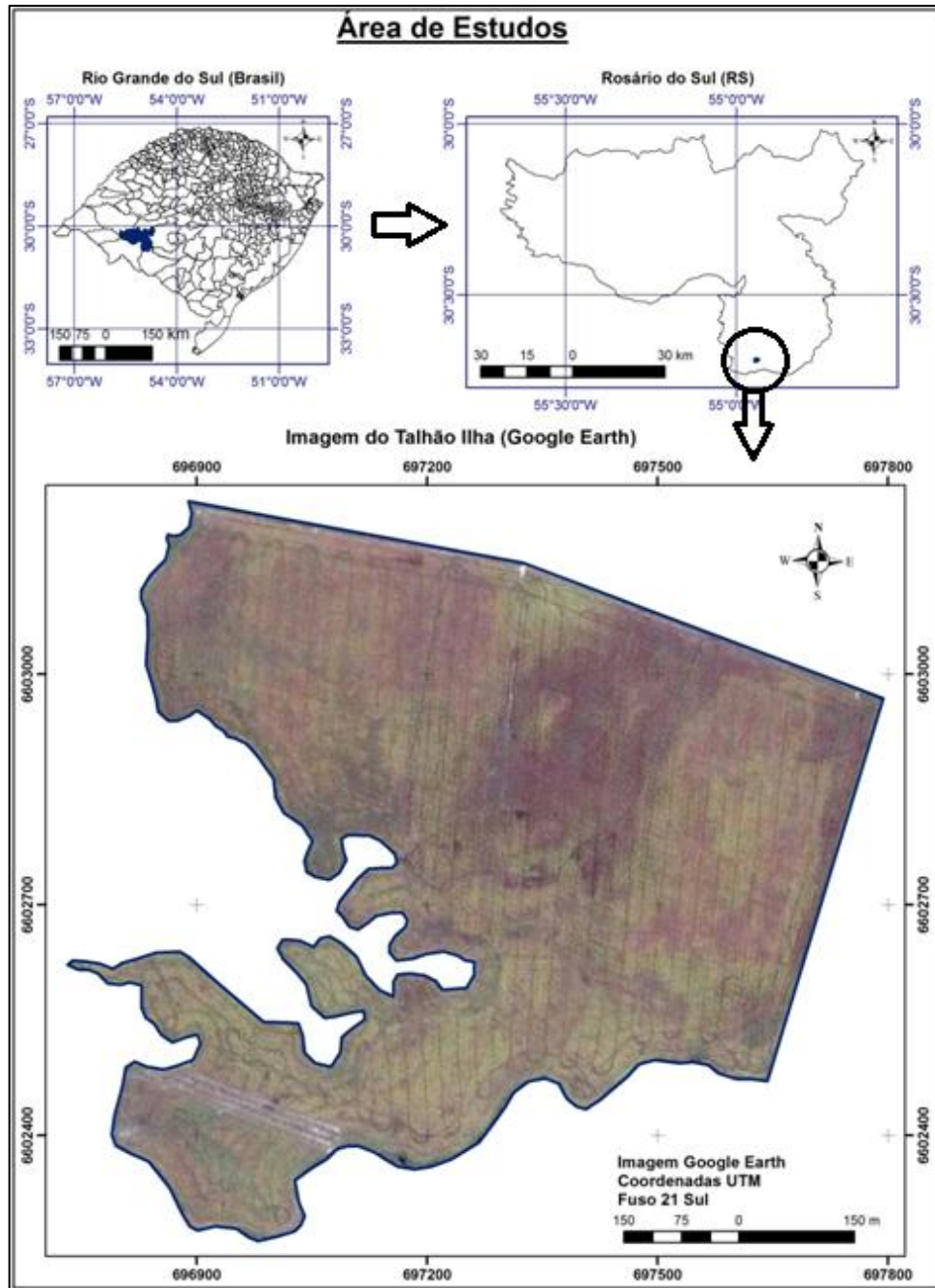


Figura 2 – Área de estudos do talhão Ilha, localizado no município de Rosário do Sul - RS.
Fonte: Google Earth, 2014.

3.1.2 Características geográficas das áreas experimentadas

A região do experimento situa-se na zona de Planossolo Vértico, são solos típicos de áreas baixas, onde o relevo permite excesso de água permanente ou

temporário, ocasionando fenômenos de redução que resultam no desenvolvimento de perfis com cores cinzentas indicativas de gleização (EMBRAPA, 1999).

A propriedade utilizada para o estudo apresenta uma área de cerca de 1.600 hectares, em sua maior parte consorciada com as culturas de arroz (40% da área) e soja (50% da área), e em menor importância na pecuária de corte (10% da área). É utilizado o sistema de rotação de culturas, não repetindo na cultura do arroz o mesmo talhão por mais de dois anos consecutivos. Este procedimento visa diminuir a incidência de plantas daninhas e do arroz vermelho.

Para o experimento, foi escolhido o talhão denominado “Ilha”, com uma área útil de 55 ha, conforme pode ser observado na Figura 3.



Figura 3 – Croqui do talhão utilizado no experimento.
Fonte: Google Earth, 2014.

O relevo do talhão é suave, com poucas ondulações, podendo ser denominado de várzea ou “banhado”, área ideal para o cultivo do arroz, devido a facilidade de irrigação por inundação. O relevo do Talhão Ilha é demonstrado na Figura 4.

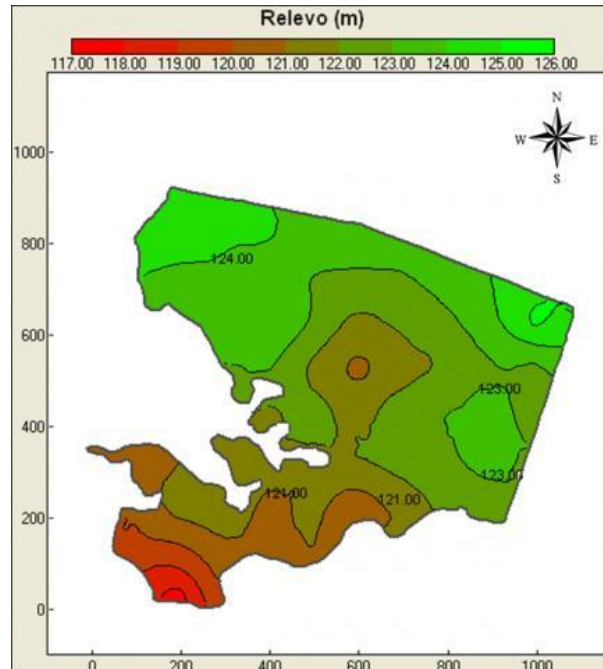


Figura 4 - Relevo do talhão Ilha.
Fonte: Arquivo do Autor.

3.1.3 Máquinas e equipamentos da propriedade

A propriedade dispõe de um parque de máquinas constituído por: 11 tratores, 3 colhedoras, 6 semeadoras, 2 pulverizadores, 1 distribuidor centrífugo, 6 carretas agrícolas, grades, plainas, entaipadeiras e demais implementos.

Os tratores são de várias marcas e modelos, e suas potências nominais variam de 80 a 225 cv (cavalo-vapor), sendo utilizados para todos os serviços na propriedade, obedecendo ao tamanho do mesmo com o trabalho a ser realizado, evitando-se desperdício ou ineficiência da operação realizada por mal dimensionamento.

As colhedoras são da marca John Deere, modelos 1570 com motor John Deere turbo comprimido de 8,1 litros, 6 cilindros e 225 cv de potência nominal; modelo 1450 com motor John Deere turbo comprimido de 6,8 litros, 6 cilindros e 193 cv de potência nominal e modelo 7200 motor MWM turbo, 165 cv de potência nominal.

As semeadoras utilizadas são da marca Imasa, modelos 2600 e 2000, com 26 e 20 linhas, respectivamente. Ambas são projetadas para a semeadura do arroz,

com mecanismo dosador de fluxo contínuo, reservatórios de aço inoxidáveis e projetados para o plantio direto sobre taipas.

Para a distribuição de fertilizantes e corretivos, é utilizado o equipamento Hércules 10000 Inox da Stara. Este equipamento possui o rodado tandem que proporciona maior estabilidade de trabalho em solos irregulares, como no caso da lavoura de arroz com taipas, mantendo a uniformidade de distribuição. Sua aplicação à taxa variável é realizada através do Controlador Topper 4500, que possui tela colorida com capacidade de processamento de gráficos 3D, visualização tridimensional da aplicação e visualização do mapa com a taxa durante a aplicação.

Para a pulverização, é utilizado o pulverizador agrícola Advanced 3000, da Jacto. O equipamento possui 24 m de barras, controlador automático de vazão e seções, e tanque de 3000 litros. É utilizado como acessório o GPS da marca Trimble, modelo EZ Guide 500 System, guiado por barra de luz e com display colorido. O equipamento possui 31 luzes indicativas, grava mapas para visualização e possui porta USB para a transferência de arquivos.

Além destas máquinas e equipamentos mais específicos, a propriedade conta com inúmeros outros equipamentos, como grades, plainas, entaipadeiras, valetadeiras, rolos, carretas graneleiras, entre outros. Todos estes equipamentos tem grande funcionalidade na lavoura do arroz, e são utilizados conforme a necessidade do terreno. O transporte de produtos, insumos e máquinas, dentro da propriedade é realizado com o auxílio de caminhões, com capacidade de 26 toneladas de carga, sendo estes terceirizados.

3.2 Procedimentos Metodológicos

Neste trabalho, realizou-se um comparativo entre os custos de produção da implantação de uma lavoura comercial de arroz, com a utilização de técnicas de Agricultura de Precisão em relação à mesma cultura de maneira convencional, ou seja, sem a utilização de técnicas de AP. Dessa forma, utilizando o mesmo talhão, é possível verificar o comparativo de duas safras subsequentes, a safra 2012/2013 sem a utilização de técnicas de AP e a safra de 2013/2014 com a utilização de

técnicas de AP, e assim observar e determinar a diferença dos custos de produção e produtividade/lucratividade obtida.

Para a realização do trabalho, foram analisados os custos de implantação e condução da cultura do arroz e os resultados obtidos na colheita da safra para cada método avaliado. Assim, a metodologia divide-se em duas fases, sendo a primeira referente à safra 2012/2013 com a formação da lavoura de maneira convencional e a segunda referente à safra 2013/2014 com a formação da lavoura utilizando técnicas de AP.

3.2.1 Implantação da cultura do arroz

A etapa de implantação da cultura do arroz é a fase de maior importância na utilização das técnicas de AP, onde é possível aplicar o maior número de ferramentas e métodos com o objetivo de alavancar a produtividade e eficiência do processo.

3.2.1.1 Safra 2012/2013

Na primeira etapa do trabalho, referente à safra 2012/2013, a implantação da lavoura foi planejada de maneira convencional, ou seja, da forma tradicionalmente implementada na região e sem a avaliação de dados de forma localizada. Neste processo, a formação da lavoura é planejada de maneira generalizada, utilizando poucas informações a respeito do talhão a ser cultivado.

Nesta etapa foi realizada uma única análise de solo do talhão Ilha através da coleta de quatro amostras distintas de solo, sem a localização exata dos pontos de amostragem, sendo estas misturadas e totalizando apenas 1 amostra que foi enviada para análise ao laboratório de solos do IRGA (Instituto Rio-grandense do Arroz).

No preparo do solo, primeiramente foi feita a dessecação do talhão Ilha com a utilização de um pulverizador Jacto Advanced 3000 acoplado a um trator de 120 cv.

Após um intervalo de aproximadamente 10 dias, foi feito a gradagem do talhão, utilizando um trator de 250 cv equipado com uma grade niveladora de 60 discos com espaçamento de 20 cm entre discos, como mostra a Figura 5.



Figura 5 – Gradagem do talhão Ilha.
Fonte: Arquivo do Autor.

Foi necessário dois passes de grade para uma melhor quebra de leivas e uniformização do terreno. Na sequência, foi realizada a uniformização do talhão com um trator de 150 cv acoplado a uma plaina nivelador de 4,20 m de largura. Após esta etapa, foi realizado o nivelamento do talhão, com a utilização de um trator de 80 cv equipado com um aparelho de nível a laser, conforme mostra a Figura 6.

O nivelamento é necessário para se obter as curvas de níveis do terreno e controlar o nível da água no momento da irrigação. Neste caso se optou por um desnível de 3 cm entre uma curva e outra, o que é considerado suficiente para um terreno de várzea, ou seja, baixo desnível.

Na sequência, realizou-se o entaipamento do talhão com a utilização de um trator de 120 cv equipado com uma entaipadeira de 12 discos para a elaboração das taipas sobre as curvas niveladas.



Figura 6 - Nivelamento do talhão Ilha.
Fonte: Arquivo do Autor.

O plantio do talhão Ilha ocorreu no período de 10 a 12 de outubro de 2012. Para esta etapa, foi utilizado um trator de 120 cv equipado com uma semeadora de 26 linhas, com espaçamento de 20 cm entre linhas, conforme mostra a Figura 7.



Figura 7 - Plantio do talhão Ilha.
Fonte: Arquivo do Autor.

3.2.1.2 Safra 2013/2014

Na segunda etapa do trabalho, referente à safra 2013/2014, fez-se a implantação da lavoura de forma a buscar a maior produtividade e eficiência possível, aplicando técnicas de AP e analisando o talhão de maneira localizada e obtendo o máximo de informações desejadas. Para realizar a amostragem georreferenciada do solo, a interpretação dos atributos químicos do solo, a recomendação e elaboração dos mapas de aplicação de insumos, foi contratada a empresa Drakkar Agricultura de Precisão, com sede no município de Santa Maria – RS.

A amostragem do solo foi realizada em junho de 2013, utilizando uma malha amostral quadricular regular de 100 X 100 m, ou seja, grade de 1 ha, totalizando uma malha de 55 pontos amostrais, conforme mostra a Figura 8.

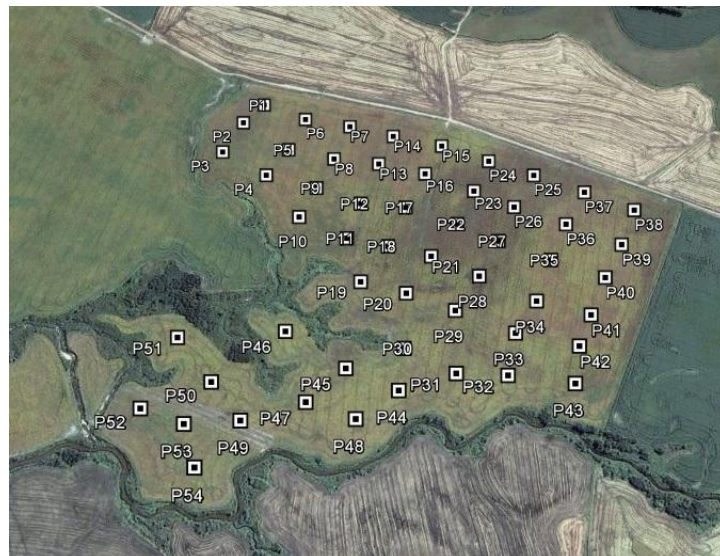


Figura 8 – Grade de amostragem utilizada na coleta das análises de solo para a avaliação dos dados de fertilidade.

Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

Após a coleta das amostras de solo, as amostras foram enviadas ao laboratório de solos da UFRGS para a realização da análise completa (análise básica + micronutrientes) para uma camada de 0 a 15 cm de profundidade. O

resultado da análise de solo pode ser verificado na Tabela 2, que indica o valor médio dos atributos dos 55 pontos amostrais coletados.

Através do resultado da análise de solo obtida, fez-se a interpretação dos atributos químicos do solo e a recomendação de adubação e correção da acidez do solo, além da elaboração dos mapas de aplicação de insumos.

A primeira etapa da implantação das técnicas de AP no talhão Ilha foi a aplicação de Calcário dolomítico para a correção de acidez do solo.

Nesta etapa o preparo de solo e a forma de plantio utilizada foram praticamente os mesmos da safra anterior, sempre priorizando a forma de cultivo mínimo. Para os nutrientes P e K, foram utilizadas duas estratégias para a correção da fertilidade do solo do talhão Ilha, adubação de correção e a adubação de manutenção (Drakkar Agricultura de Precisão), com base em teores mínimos alvo e nos valores exportados pelas culturas comerciais.

3.2.2 Condução da cultura do arroz

A etapa de condução da cultura do arroz é a fase após sua emergência onde são realizados os tratos culturais e a irrigação da cultura. Neste estágio, a metodologia aplicada nas duas safras observadas foi praticamente a mesma, diferenciando apenas a forma de aplicação de Ureia a lanço, onde na safra 2012/2013 foi em taxa fixa e na safra 2013/2014 foi em taxa variável conforme a análise técnica através da interpretação dos atributos do solo.

Em ambas as safras realizou-se o controle de plantas daninhas de forma pré-emergente, onde as aplicações foram realizadas de pulverizador acoplado a um trator.

Na safra 2012/2013 fez-se a aplicação de ureia N-P-K 45-00-00 a lanço em taxa fixa, e na safra 2013/2014 fez-se a aplicação de ureia N-P-K 45-00-00 a lanço em taxa variável.

O processo de irrigação deste talhão foi igual nas duas safras observadas, com irrigação por gravidade e a utilização de apenas um funcionário para realizar a irrigação do talhão.

Após a irrigação concluída, realizou mais uma aplicação de Nitrogênio na fase reprodutiva da cultura, onde em ambas as safras foram aplicadas ureia N-P-K 45-00-00 de forma aérea. Por último, realizou-se a aplicação de fungicida também de forma aérea.

3.2.3 Colheita da cultura do arroz

A etapa da colheita da cultura do arroz foi praticamente a mesma nas duas safras estudadas, com a utilização de colhedoras, tratores equipados com carretas graneleiras e caminhões com a finalidade de transportar a produção até o local de beneficiamento na zona urbana do município.

3.3 Análise dos atributos do solo após a colheita

Após a colheita, realizou-se a amostragem do solo de maneira localizada, para verificar se houve melhorias na acidez e manutenção da fertilidade após o uso das técnicas de AP. Neste procedimento foi realizada uma amostragem em aproximadamente 7 % dos pontos de amostragem inicial.

3.4 Análise da viabilidade econômica da aquisição de equipamentos para AP

Também foi realizada a análise da viabilidade econômica da aquisição do equipamento Hércules 10000 da empresa Stara, que é um distribuidor centrífugo com a possibilidade de efetuar a aplicação em taxa variável de insumos. Este equipamento utiliza o controlador Topper 4500 que é um sistema receptor de sinal GPS e tem diversas funções para aplicação em taxa variável e leitura de mapas de aplicação.

Para determinar a viabilidade da aquisição do equipamento, foi realizado o comparativo da utilização do equipamento adquirido e o custo do mesmo serviço se o equipamento tivesse que ser terceirizado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos custos de produção da cultura do arroz

Com base nas duas safras analisadas, safra 2012/2013 e safra 2013/2014, foi possível verificar a diferença dos custos de produção para cada manejo aplicado, sendo a safra 2012/2013 com a utilização de métodos convencionais de cultivo, seguindo uma tradição regional de utilização de insumos e tipos de aplicações; e a safra 2013/2014 utilizando algumas técnicas de Agricultura de Precisão como o mapeamento da fertilidade do solo e a aplicação em insumos em taxa variável.

4.1.1 Custos na Implantação da Cultura do arroz

Os custos gerais da implantação da cultura do arroz nas duas safras de análise estão apresentados na Tabela 1.

Na primeira etapa do trabalho, safra 2012/2013, a implantação da lavoura de arroz ocorreu de maneira convencional, forma tradicionalmente utilizada na região. Assim, iniciou-se o processo com a coleta das amostras de solo do talhão sendo realizadas pelo próprio produtor rural, sem uma metodologia de aplicação e sem uma localização específica dos pontos amostrados. Dessa maneira, o resultado da análise de solo conforme mostra o Apêndice A, determinou as propriedades químicas do solo a serem corrigidas. Esta análise de solo teve um custo zero, pois o produtor rural é associado ao IRGA, local da realização da análise.

Tabela 1 - Custos de produção da cultura do arroz na fase de implantação da lavoura.

Descrição	Safrá 2012/2013			Safrá 2013/2014		
	Quantidade	Custo ha ⁻¹ (R\$)	Custo Total (R\$)	Quantidade	Custo ha ⁻¹ (R\$)	Custo Total (R\$)
Análise de Solo	1 un	0,00	0,00	55 un	80,00	4.400,00
Calcário	-	-	-	156.440 kg	261,09	14.359,95
DAP	-	-	-	7.150 kg	154,05	8.472,75
KCI	-	-	-	18.580 kg	368,98	20.293,90
SFS	-	-	-	3.940 kg	51,37	2.825,35
NPK	16.500 kg	431,40	23.727,00	-	-	-
Equip. aplicação	-	-	-	55 ha	60,00	3.300,00
Semente	5.500 kg	130,00	7.150,00	5.500 kg	220,00	12.100,00
Trat. de semente	6 l	30,00	1.650,00	6 l	32,00	1.760,00
Óleo Diesel	2860 l	102,96	5.662,80	3080 l	117,60	6.468,00
Herbicida	110 kg	33,32	1.832,60	110 kg	44,30	2.436,50
TOTAL (R\$)		727,68	40.022,34		1.389,39	76.416,45

Onde: DAP = fosfato diamônico, KCI = Cloreto de Potássio, SFS = Super fosfato simples e NPK = adubo fórmula Nitrogênio-Fósforo-Potássio.

Fonte: Arquivo do Autor.

Na dessecação fez-se a aplicação do herbicida Roundap WG na dose de 2 kg.ha⁻¹, com um custo de R\$ 16,66 kg⁻¹, totalizando R\$ 33,32 ha⁻¹.

Através da análise de solo e recomendação do técnico responsável, determinou-se que para o plantio fosse utilizada a quantidade de 300 kg.ha⁻¹ de fórmula N-P-K 04-17-27 para a manutenção da fertilidade do talhão; com um custo de R\$ 1,438 kg⁻¹, ou seja, R\$ 431,40 ha⁻¹. Utilizou-se 100 kg.ha⁻¹ de semente certificada de arroz da variedade Puita Inta CL, ao custo de R\$ 1,30 kg⁻¹, totalizando R\$ 130,00 ha⁻¹, com tratamento de semente para o controle de pragas na fase inicial da cultura com os produtos Standak e Vitavax Thiram, ao custo de R\$ 30,00 ha⁻¹.

No processo de preparo do solo e plantio da safra 2012/2013 utilizou-se aproximadamente a quantidade de 52 lha⁻¹ de óleo diesel ao custo de R\$ 1,98 l⁻¹, totalizando R\$ 102,96 ha⁻¹.

Nesta etapa do trabalho, o custo do distribuidor centrífugo foi zero, visto que os mesmos foram aplicados juntamente com a semente na semeadora, no momento do plantio.

Avaliando os atributos do solo da safra 2013/2014 descritos na Tabela 2 com os atributos da safra 2012/2013 descritos no Apêndice A, é possível observar uma grande discrepância no quantitativo de alguns atributos se comparando as duas análises de solo, o que determina que quanto maior o número de amostras de uma determinada área melhor será sua avaliação.

O serviço realizado pela empresa Drakkar Agricultura de Precisão, como coleta e análise de amostras de solo, elaboração de mapas de fertilidade e mapas de aplicação, além das recomendações técnicas desejadas para obter altas produtividades, teve um custo de R\$ 80,00 ha⁻¹.

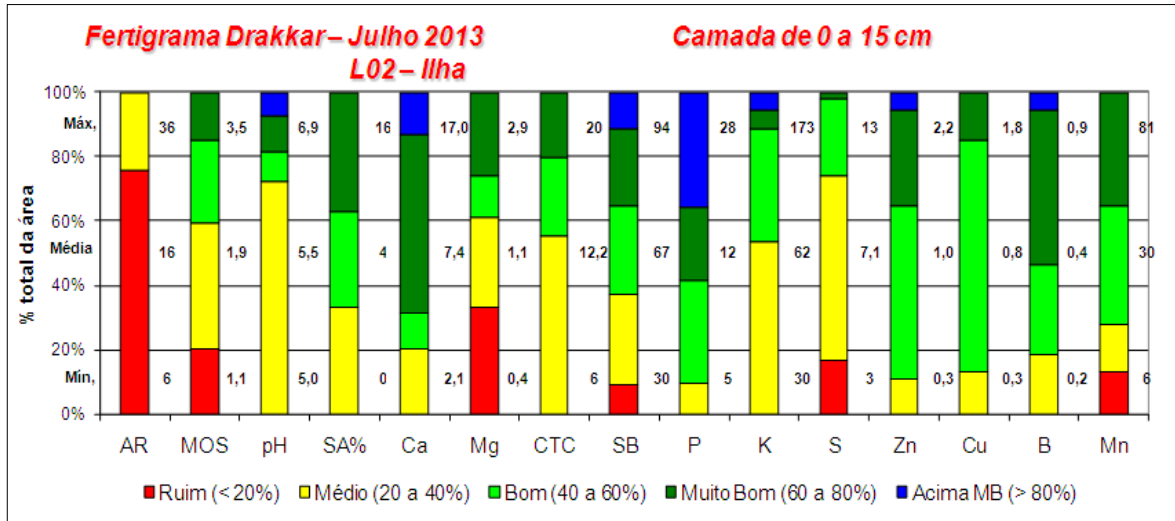
Tabela 2 - Valores médios dos atributos químicos do talhão Ilha.

ATRIBUTO	VALOR MÉDIO	UNIDADE
Argila	16,0	%
Boro	0,4	mg.dm ⁻³
Cálcio	7,4	cmolc.dm ⁻³
Cobre	0,8	mg.dm ⁻³
CTC	12,2	cmolc.dm ⁻³
Enxofre	7,1	mg.dm ⁻³
Fósforo	12,0	mg.dm ⁻³
Magnésio	1,1	cmolc.dm ⁻³
Manganês	30,0	mg.dm ⁻³
Matéria Orgânica	1,9	%
pH	5,5	--
Saturação de Potássio	1,3	%
Saturação de Alumínio	4,0	%
Saturação por Bases	67,0	%
Zinco	1,0	mg.dm ⁻³

Fonte: Arquivo do Autor.

A Figura 9 mostra o fertigrama dos atributos químicos e físicos do solo no talhão Ilha, onde é demonstrada a porcentagem e a densidade de cada atributo em relação ao tamanho da área amostrada.

Com base no fertigrama do talhão Ilha, é possível observar a deficiência de alguns atributos químicos, como o pH. Também é possível observar alguns atributos dentro da normalidade, por exemplo, cálcio e fósforo. Com base nesses dados foi possível realizar a recomendação técnica para a correção da acidez do solo e para a correção e manutenção da fertilidade.



Onde: AR = Argila; MOS = Matéria orgânica, SA% = Saturação por Alumínio, Ca = Cálcio, SB = Saturação por bases, P = Fósforo, K = Potássio, S = Enxofre, Zn = Zinco, Cu = Cobre, B = Boro e Mn = Magnésio.

Figura 9 - Fertigrama do talhão Ilha.
Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

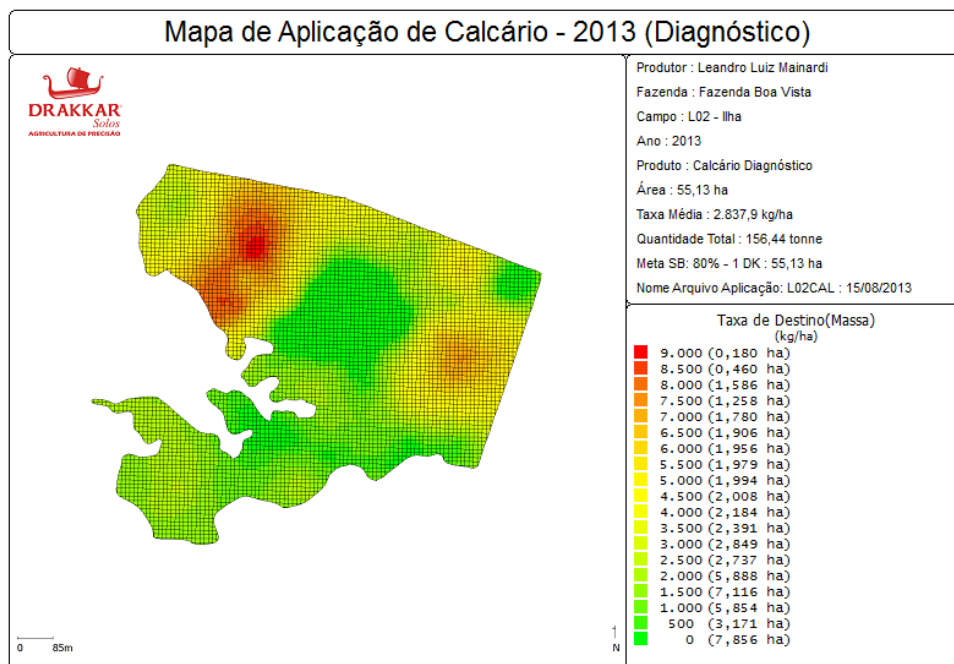


Figura 10 - Mapa de aplicação de Calcário do talhão Ilha.
Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

Através da recomendação técnica, foi aplicado calcário dolomítico PNRT 65% para atender a meta de elevar o pH de 5,5 para 6,0 e uma meta de saturação de base de 80%, onde aplicou-se uma taxa média de 2.837,9 kg.ha⁻¹, totalizando a

quantidade de 156.440 kg na área total do talhão Ilha, ao custo de R\$ 92,00 t⁻¹, totalizando R\$ 261,09 ha⁻¹. Para este processo foi utilizado o equipamento Hércules 10000 da Stara acoplado a um trator New Holland TM 7010 de 142 cv para realizar a aplicação a lanço com taxa variável. A aplicação em taxa variável compreendeu um intervalo de 0 até 9.000 kg.ha⁻¹ de Calcário, conforme mostra a figura 10.

Através da Figura 10 é possível verificar regiões de grande necessidade de aplicação de calcário dentro do talhão.

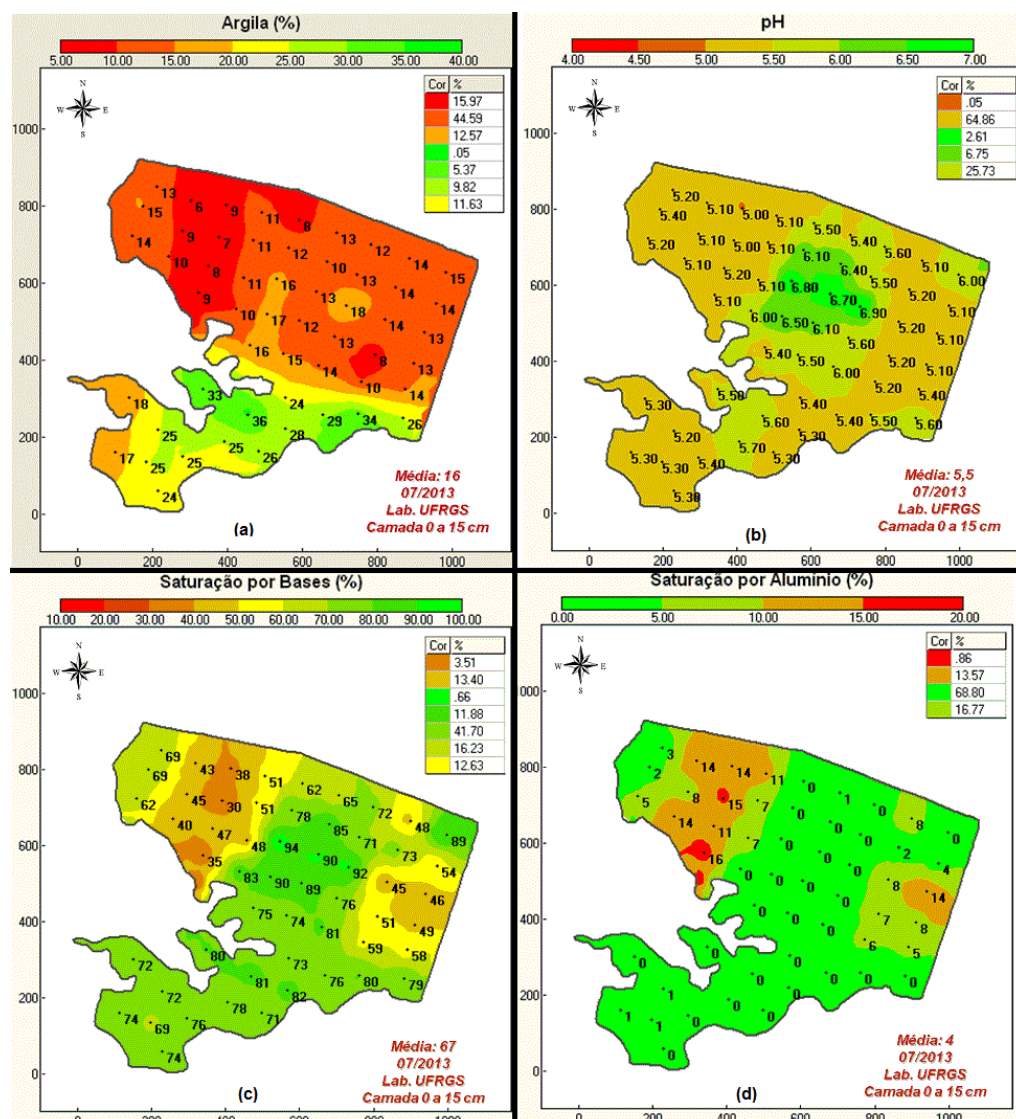


Figura 11 - Distribuição dos atributos químicos e físicos no talhão Ilha, (a) teor de argila, (b) pH, (c) saturação por bases e (d) saturação por alumínio.

Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

Essas regiões ficam mais evidentes se avaliarmos os atributos teor de argila, pH, saturação por bases e saturação por alumínio, conforme a Figura 11.

Através da Figura 11 é possível observar uma tendência dos atributos do solo analisados, onde existem nitidamente duas regiões de maior deficiência de nutrientes no talhão Ilha. Assim, é desejada uma maior correção de calcário, fósforo e potássio nessas regiões para deixar a fertilidade do talhão de maneira uniforme. A Figura 12 mostra os resultados da análise do solo para os atributos de matéria orgânica, enxofre, saturação de potássio e fósforo.

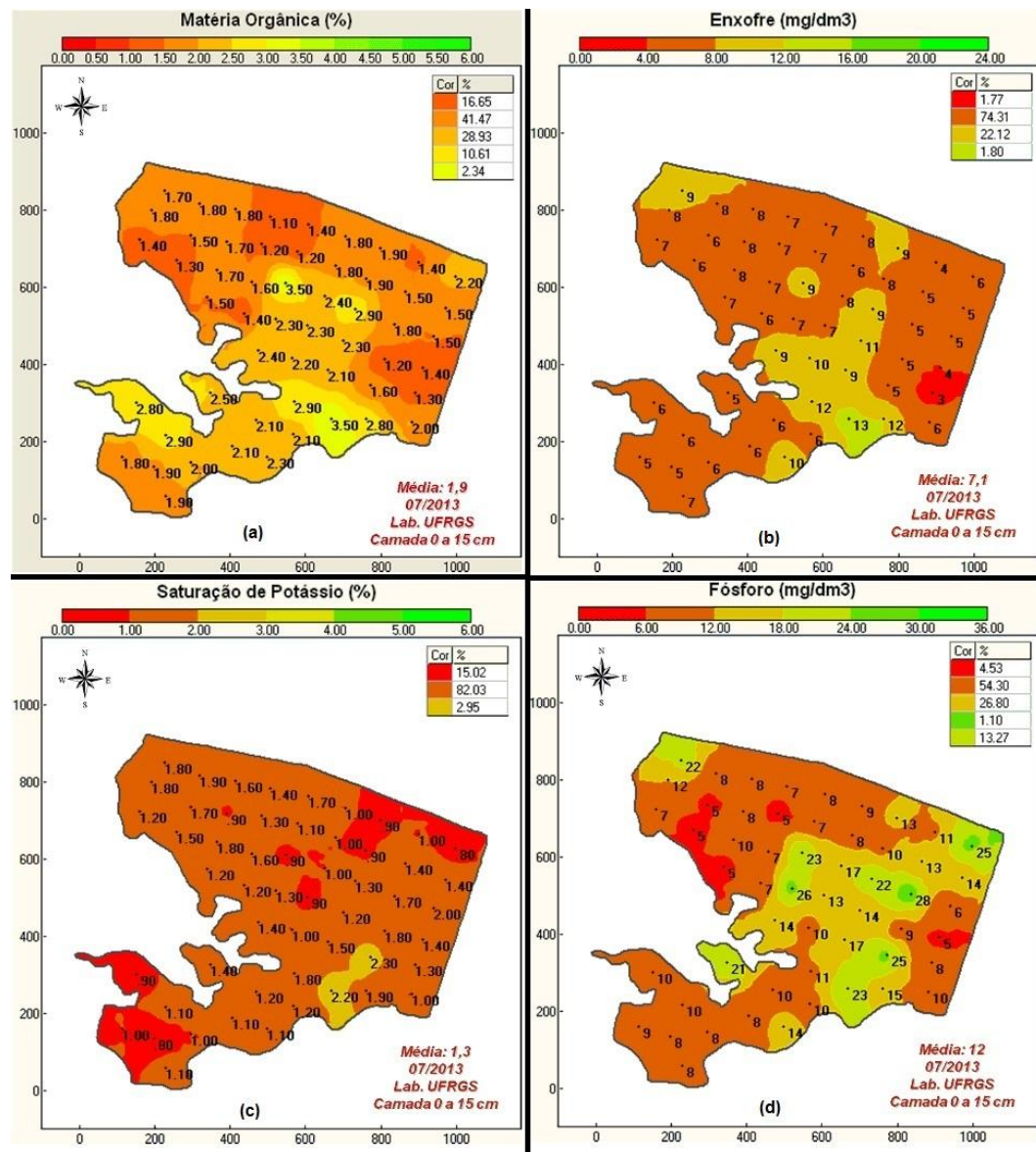


Figura 12 - Distribuição dos atributos químicos no talhão Ilha, (a) matéria orgânica, (b) enxofre, (c) saturação de potássio e (d) fósforo.

Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

É possível verificar através da Figura 12 a alta exigência de correção da fertilidade do talhão, com índices baixos de matéria orgânica, enxofre e potássio e índices regulares de fósforo. Assim, através destes dados, foi possível elaborar uma metodologia de correção e manutenção da fertilidade do solo do talhão.

Nesta etapa, no preparo do solo, primeiramente foi feita a dessecação do talhão Ilha com a utilização de um pulverizador Jacto Advanced 3000 acoplado a um trator de 120 cv, com a aplicação do herbicida Roundap WG na dose de 2 kg.ha^{-1} , com um custo de R\$ 22,15 kg^{-1} , totalizando R\$ 44,30 ha^{-1} . As próximas etapas de preparo do solo, como gradagem, nivelamento e entaipamento, foram realizadas da mesma maneira da etapa anterior, utilizando praticamente os mesmo tratores e equipamentos.

Na adubação de manutenção utilizou-se a dose de 130 kg.ha^{-1} de DAP (fosfato diamônico) de fórmula N-P-K 18-46-00 em taxa fixa na linha, para um melhor aproveitamento do insumo visto sua baixa mobilidade no solo. A aplicação de DAP ocorreu no plantio juntamente com a semente, utilizando o mesmo equipamento. O custo do DAP foi de R\$ 1,185 kg^{-1} , ou seja, R\$ 154,05 ha^{-1} . Na adubação de correção, segundo a recomendação técnica, utilizou-se uma taxa média de 71,45 kg.ha^{-1} de SFS (superfosfato simples) com concentração de 18% de P_2O_5 aplicada em taxa variável, totalizando 3.939 kg. na área total do talhão, para uma meta de P igual a 9 mg.dm^{-3} . O custo do SFS foi de R\$ 0,719 kg^{-1} , totalizando R\$ 51,37 ha^{-1} . A aplicação de SFS ocorreu num período anterior ao plantio, visando o aproveitamento da própria semeadora para a incorporação do SFS ao solo. A aplicação em taxa variável compreendeu um intervalo de 0 até 450 kg.ha^{-1} de Fósforo, conforme mostra a Figura 13.

Através da Figura 13 é possível verificar que a necessidade de correção de fósforo no talhão é pequena, sendo que em apenas duas regiões houve uma demanda mais acentuada. Assim, optou-se pela aplicação em taxa variável de fósforo para atender essas regiões de deficiência, ou seja, correção da fertilidade; e a aplicação na linha em taxa fixa para a manutenção da fertilidade.

Na aplicação de Potássio optou-se por fazer a aplicação de correção e manutenção ao mesmo tempo, a lanço e em taxa variável, visto que sua mobilidade no solo é muito grande. Nesta aplicação utilizou-se uma taxa média de 336,97 kg.ha^{-1} de KCl (Cloreto de Potássio) com concentração 60% de K_2O , totalizando 18.580 kg. na área total do talhão, para uma meta de solubilidade de Potássio de

2,1%. O custo do KCl foi de R\$ 1,095 kg⁻¹, ou seja, R\$ 368,98 ha⁻¹. Esta aplicação ocorreu no período após o plantio, visto que a mobilidade do potássio é alta e não é necessária a sua incorporação no solo. A aplicação em taxa variável compreendeu um intervalo de 170 até 420 kg.ha⁻¹ de Potássio, conforme mostra a Figura 14.

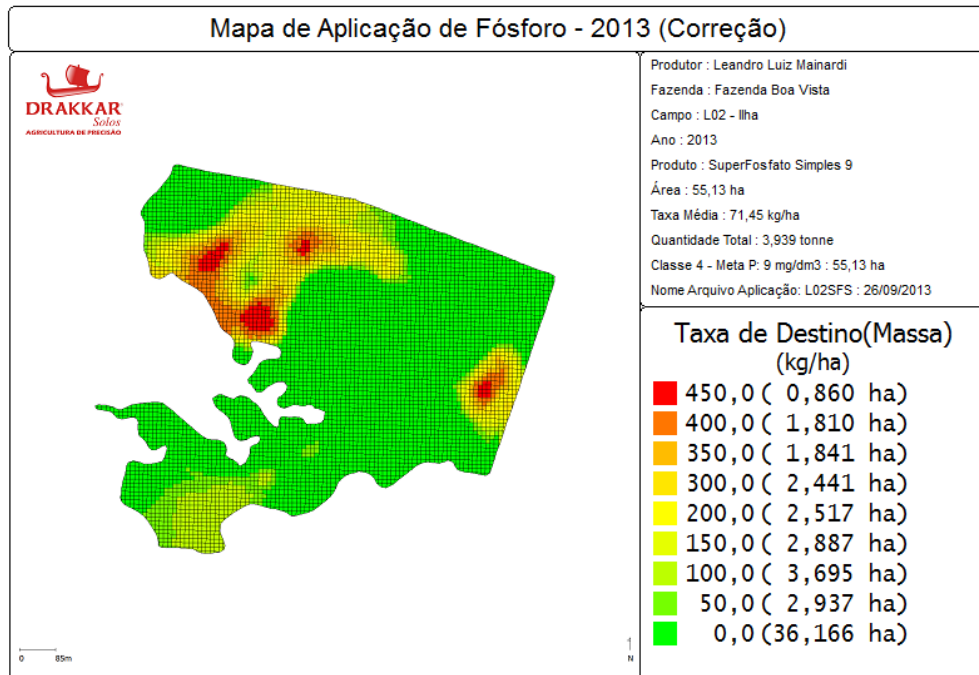


Figura 13 - Mapa de aplicação de Fósforo do talhão Ilha.
Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

Através da figura 14 é possível verificar que a necessidade de potássio é grande em praticamente todo o talhão Ilha, assim optou-se por fazer somente numa aplicação a totalidade do produto, de correção e manutenção.

Nesta etapa, para o plantio utilizou-se 100 kg.ha⁻¹ de semente certificada de arroz da variedade Guri Inta CL, ao custo de R\$ 2,20 kg⁻¹, totalizando R\$ 220,00 ha⁻¹, com tratamento de semente para o controle de pragas na fase inicial da cultura com os produtos Standak e Vitavax Thiram, ao custo de R\$ 32,00 ha⁻¹. Nesta safra, optou-se pela escolha da cultivar Guri Inta CL pelo seu maior potencial produtivo e melhor resposta a adubação utilizada, se comparado com outras cultivares similares. O plantio do talhão Ilha ocorreu no período de 01 a 04 de novembro de 2013,

período indicado pelo IRGA como excelente para o plantio da cultura do arroz no município do experimento.

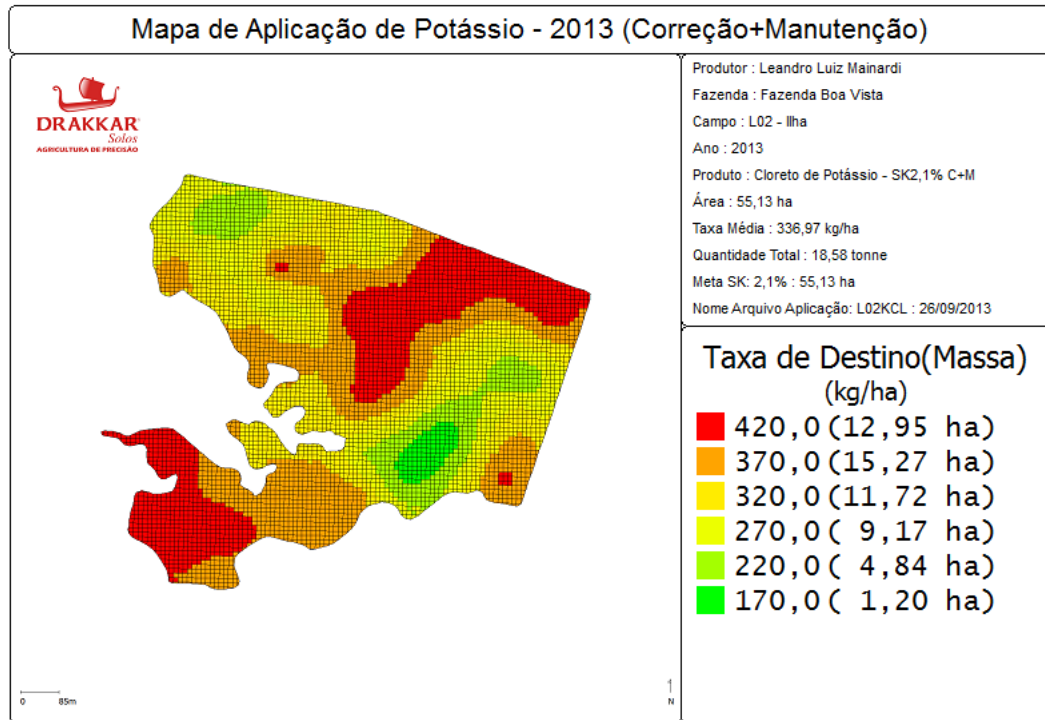


Figura 14 - Mapa de aplicação de Potássio do talhão Ilha.
Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

No processo de preparo do solo, semeadura e aplicação de insumos em taxa variável utilizaram-se aproximadamente 56 l.ha^{-1} de óleo diesel, ao custo de R\$ 2,10 l^{-1} , totalizando R\$ $117,60 \text{ ha}^{-1}$.

Nesta etapa do trabalho, o custo do equipamento de aplicação de insumos sólidos em taxa variável foi de R\$ $20,00 \text{ ha}^{-1}$ para cada aplicação, totalizando a quantia de R\$ $60,00 \text{ ha}^{-1}$ visto que houve 3 aplicações utilizando o mesmo equipamento nesta etapa da cultura. Os produtos aplicados em taxa variável foram o Calcário, o SFS e o KCl.

A Tabela 1, apresentada no início deste capítulo, mostra os custos de produção na fase da implantação da cultura do arroz de cada safra analisada, ou seja, safra 2012/2013 e safra 2013/2014.

Assim, podemos observar a diferença dos custos de produção na etapa de implantação da cultura nas duas safras analisadas, onde é possível observar uma grande diferença de valores em cada safra. Na safra 2012/2013, os custos de produção nesta etapa foram de R\$ 727,68 ha⁻¹ e na safra 2013/2014 foram de R\$ 1.389,39, ou seja, 90,93% superior ao da safra anterior. Entretanto, são nesta etapa que os processos de implantação das técnicas de AP são os mais evidentes, realmente aumentando consideravelmente os custos de produção com a utilização de mais insumos para a formação da lavoura.

4.1.2 Custos na condução da Cultura do arroz

Nesta etapa são realizados os tratos culturais necessários para se obter o melhor desempenho produtivo desejado, além de ser a fase que compreende a irrigação da cultura.

A Tabela 3 mostra a diferença dos custos de produção na etapa de condução da cultura do arroz nas duas safras analisadas.

Tabela 3 - Custos de produção da cultura do arroz na fase de condução do cultivo.

Descrição	Safr 2012/2013			Safr 2013/2014		
	Quantidade	Custo ha ⁻¹ (R\$)	Custo Total (R\$)	Quantidade	Custo ha ⁻¹ (R\$)	Custo Total (R\$)
1º Pos-emerg.	156,75 l	70,78	3.892,90	156,75 l	75,65	4.160,75
2º Pos-emerg.	27,5 l, 55 pc	170,35	9.369,25	27,5 l, 55 pc	183,82	10.110,10
1º Ureia	8.800 kg	187,20	10.296,00	9.854 kg	213,14	11.722,70
Equip. Aplicação	55 ha	8,00	440,00	55 ha	20,00	1.100,00
2º Ureia	4.400 kg	93,60	5.148,00	4.400 kg	93,44	5.139,20
1º Aviação	55 ha	28,00	1.540,00	55 ha	29,00	1.595,00
Fungicida	85,25 l	80,20	4.411,00	85,25 l	91,74	5.045,70
2º Aviação	55 ha	25,00	1.375,00	55 ha	25,00	1.375,00
Óleo Diesel	275 l	9,50	522,50	275 l	10,50	577,50
TOTAL (R\$)		672,63	36.994,65		742,29	40.825,95

Fonte: Arquivo do Autor.

Na safra 2012/2013, após a emergência da cultura, fez-se a aplicação de pos-emergente com a utilização de um trator de 120 cv equipado com pulverizador, com

dosagem de 1,5 l.ha⁻¹ de Zaphir (Imazetapir) ao custo de R\$ 18,36 l⁻¹, 0,6 l.ha⁻¹ de Gamit (Clomazona) ao custo de R\$ 60,81 l⁻¹ e 0,75 l.ha⁻¹ de Iharol (Óleo Mineral) ao custo de R\$ 9,00 l⁻¹, totalizando um custo de R\$ 70,78 ha⁻¹ desta aplicação. Após um período de 15 dias, foi realizada uma nova aplicação de pós-emergente com dosagem de 0,16 kg.ha⁻¹ de Kifix (Imazapir) ao custo de R\$ 520,00 kg⁻¹, 1 pct.ha⁻¹ de Facet (Quincloraque) ao custo de R\$ 78,15 pct⁻¹ e 0,5 l.ha⁻¹ de Dash (Óleo Mineral) ao custo de R\$ 18,00 l⁻¹, totalizando o custo de R\$ 170,35 ha⁻¹ desta aplicação.

Após as aplicações dos herbicidas e antes da irrigação do talhão, fez-se a aplicação de ureia N-P-K 45-00-00 a lanço em taxa fixa, com densidade de 160 kg.ha⁻¹ a um custo de R\$ 1,17 kg⁻¹, totalizando R\$ 187,20 ha⁻¹. Para um melhor aproveitamento da ureia, a irrigação deve ocorrer num prazo de até 2 dias após sua aplicação, evitando sua desnitrificação por estar em contato com a atmosfera. O custo do equipamento de distribuição centrífuga, neste caso a ureia em taxa fixa, foi de R\$ 8,00 ha⁻¹, visto que foi utilizado uma semeadora a lanço de uso comum.

A irrigação ocorreu de forma natural, ou seja, por gravidade e sem custos de energia elétrica ou óleo diesel. Assim, o único custo desta etapa é a mão de obra utilizada para a irrigação do talhão.

Após a irrigação concluída, realizou-se mais uma aplicação de Nitrogênio na fase reprodutiva da cultura, onde foi aplicada a dose de 80 kg.ha⁻¹ de ureia N-P-K 45-00-00 de forma aérea, a um custo da ureia de R\$ 93,60 ha⁻¹ e a aviação com um custo de R\$ 28,00 ha⁻¹. Por último, realizou-se a aplicação de fungicida também de forma aérea, com dosagem de 0,75 l.ha⁻¹ de Brio (Epoconazole + C. Metílico) com custo de R\$ 62,00 l⁻¹, 0,5 l.ha⁻¹ de Talisman (Bifentrina + Corbosulfano) ao custo de R\$ 75,00 l⁻¹ e 0,3 l de Iharol (Óleo Mineral) ao custo de R\$ 9,00 l⁻¹, totalizando o custo de R\$ 80,20 ha⁻¹ de insumos e R\$ 25,00 ha⁻¹ de aviação.

Para a safra 2012/2013, para as aplicações de defensivos e aplicação de ureia a lanço, utilizou-se a quantia de 5 l.ha⁻¹ de óleo diesel ao custo de R\$ 1,90 l⁻¹, totalizando R\$ 9,50 ha⁻¹.

Na safra 2013/2014 fez-se basicamente os mesmo processos de condução da cultura que na safra anterior. Iniciou-se o processo com a aplicação de pós-emergente, com dosagem de 1,5 l.ha⁻¹ de Zaphir (Imazetapir) ao custo de R\$ 20,90 l⁻¹, 0,6 l.ha⁻¹ de Gamit (Clomazona) ao custo de R\$ 63,50 l⁻¹ e 0,75 l.ha⁻¹ de Iharol (Óleo Mineral) ao custo de R\$ 8,27 l⁻¹, totalizando um custo de R\$ 75,65 ha⁻¹ desta aplicação. Novamente após um período de 15 dias, foi realizada uma nova aplicação

de pós-emergente com dosagem de $0,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Kifix (Imazapir) ao custo de R\$ 575,00 kg^{-1} , 1 $\text{pct}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Facet (Quincloraque) ao custo de R\$ 82,67 pct^{-1} e $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Dash (Óleo Mineral) ao custo de R\$ 18,30 l^{-1} , totalizando o custo de R\$ 183,82 ha^{-1} desta aplicação.

A aplicação de ureia N-P-K 45-00-00 a lanço foi realizada em taxa variável, na dose média de $178,75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ totalizando 9.854 kg na área total do talhão para uma meta de obter a produtividade de $10.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de arroz. O custo desta aplicação foi de R\$ 1,168 kg^{-1} , totalizando o custo de R\$ 213,14 ha^{-1} . A aplicação em taxa variável compreendeu um intervalo de 120 até $250 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Nitrogênio, conforme mostra a Figura 15.

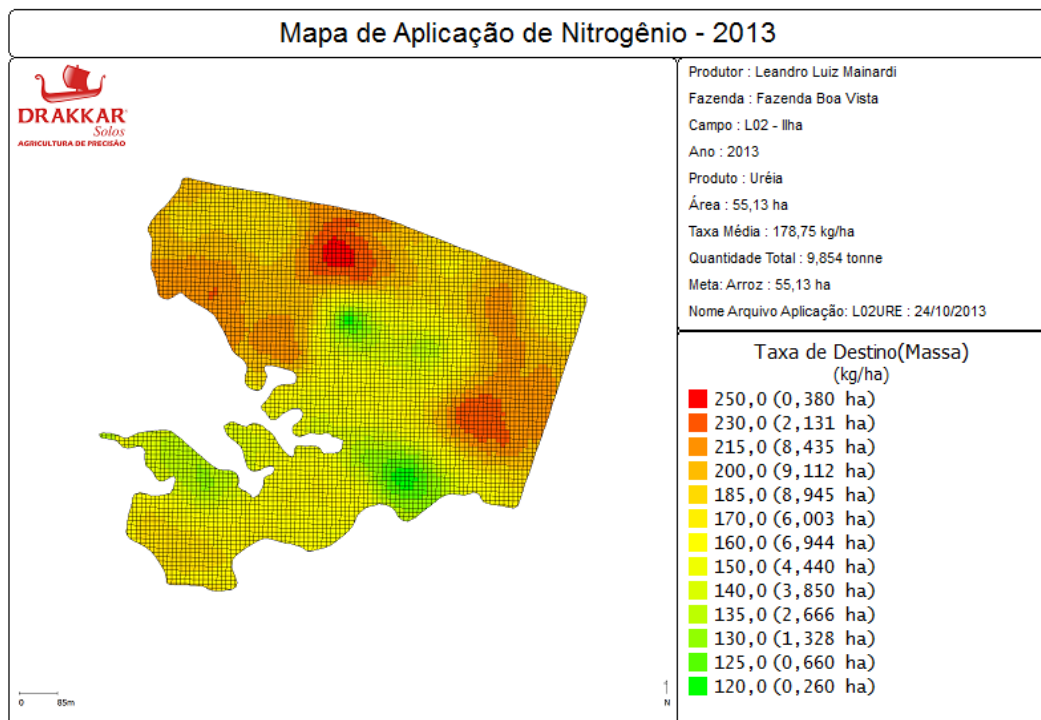


Figura 15 - Mapa de aplicação de Nitrogênio do talhão Ilha.
Fonte: Drakkar Agricultura de Precisão.

Nesta etapa do trabalho, o custo do equipamento de aplicação de insumos sólidos, neste caso a ureia em taxa variável, foi de R\$ 20,00 ha^{-1} .

Após a irrigação concluída, realizou mais uma aplicação de Nitrogênio na fase reprodutiva da cultura, com densidade de $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de ureia N-P-K 45-00-00 de

forma aérea, com custo de R\$ 93,44 ha⁻¹ de ureia e R\$ 29,00 ha⁻¹ de aviação. Por último, realizou-se a aplicação de fungicida também de forma aérea, com dosagem de 0,75 l.ha⁻¹ de Brio (Epoconazole + C. Metílico) com custo de R\$ 68,00 l⁻¹, 0,5 l.ha⁻¹ de Talisman (Bifentrina + Corbosulfano) ao custo de R\$ 70,50 l⁻¹ e 0,3 l de Iharol (Óleo Mineral) ao custo de R\$ 9,30 l⁻¹, totalizando o custo de R\$ 91,74 ha⁻¹ de insumos e R\$ 25,00 ha⁻¹ de aviação.

Para a safra 2013/2014, para as aplicações de defensivos e aplicação de ureia a lanço, utilizou-se a quantia de 5 l.ha⁻¹ de óleo diesel ao custo de R\$ 2,10 l⁻¹, totalizando R\$ 10,50 ha⁻¹.

A Tabela 3, apresentada no início deste capítulo, mostra a diferença dos custos de produção na etapa de condução da cultura nas duas safras analisadas, onde é possível observar uma significativa diferença de valores entre as safras analisadas. Na safra 2012/2013, os custos de produção nesta etapa foram de R\$ 672,63 ha⁻¹ e na safra 2013/2014 foram de R\$ 742,29, ou seja, 10,35% superior ao da safra anterior. Este percentual se refere às diferentes taxas de dose na primeira aplicação de ureia e aos valores dos insumos em cada safra agrícola.

4.1.3 Custos de colheita da Cultura do arroz

A etapa da colheita da cultura do arroz é aquela que corresponde ao momento da colheita do produto até o destino de armazenamento do produto na zona urbana do município de Rosário do Sul (RS).

A colheita realizou-se da mesma forma para as duas safras analisadas, com a utilização de colhedoras com potencia de 180 a 225 cv, tratores e carretas agrícolas de diferentes tamanhos e caminhões terceirizados para fazer o escoamento da produção.

A Tabela 4 mostra a diferença dos custos de produção na etapa de colheita da cultura do arroz nas duas safras analisadas.

Tabela 4 - Custos de produção da cultura de arroz na fase de colheita.

Descrição	Safrá 2012/2013			Safrá 2013/2014		
	Quantidade	Custo ha ⁻¹ (R\$)	Custo Total (R\$)	Quantidade	Custo ha ⁻¹ (R\$)	Custo Total (R\$)
Mão de Obra	1 pessoa	297,27	16.349,85	1 pessoa	351,59	19.337,45
Frete	8.728,5 sc	236,91	13.030,05	9.978,28 sc	286,56	15.760,80
Óleo Diesel	1.705 l	58,90	3.239,50	1.760 l	67,20	3.696,00
Arrendamento	1.738 sc	1.037,49	57.061,95	1.738 sc	1.109,10	61.000,50
TOTAL (R\$)		1.630,57	89.681,35		1.814,51	99.798,05

Fonte: Arquivo do Autor.

A Figura 16 mostra a forma de colheita do talhão Ilha na safra 2012/2013.



Figura 16 - Colheita no talhão Ilha, safra 2012/2013.

Fonte: Arquivo do Autor.

Na safra 2012/2013 a colheita ocorreu no período de 10 a 15 de março de 2013 e a produtividade alcançada foi de 158,70 sacas ha⁻¹, ou seja, 7.935 kg.ha⁻¹, totalizando 8.728,5 sacos no talhão. Para a etapa da colheita desta safra, foram utilizados 31 lha⁻¹ de óleo diesel, ao custo de R\$ 58,90 ha⁻¹. O custo do frete foi de 4,5% do valor do produto, totalizando R\$ 236,91 ha⁻¹.

A mão de obra dos serviços realizados neste talhão, para todas as fases da cultura, ou seja, implantação, condução e colheita, foi contabilizada a utilização de apenas um funcionário, visto o tamanho do talhão em relação ao tamanho total da fazenda do experimento e a quantidade de funcionários da mesma. Assim, o custo da mão de obra incluindo salários e gratificações totais foram de R\$ 19.337,45, totalizando R\$ 297,27 ha⁻¹.

O custo do arrendamento nesta safra, foi de 31,6 sacas ha⁻¹, totalizando R\$ 1.037,49 ha⁻¹.

Na safra 2013/2014 a colheita ocorreu no período de 02 a 08 de março de 2014 e a produtividade alcançada foi de 181,42 sacas ha⁻¹, ou seja, 9.071,17 kg.ha⁻¹, totalizando 9.978,28 sacos no talhão. Para a etapa da colheita desta safra, foram utilizados 32 l.ha⁻¹ de óleo diesel, ao custo de R\$ 67,20 ha⁻¹. O custo do frete foi de 4,5% do valor do produto, totalizando R\$ 286,56 ha⁻¹.

O custo da mão de obra nesta safra, incluindo salários e gratificações totais foram de R\$ 18.985,80, totalizando R\$ 351,59 ha⁻¹.

O custo do arrendamento nesta safra, foi de 31,6 sc.ha⁻¹, totalizando a quantia de R\$ 1.109,10 ha⁻¹.

A tabela 4, apresentada no início deste capítulo, mostra a diferença dos custos na etapa da colheita da cultura do arroz. Na safra 2012/2013, os custos de produção nesta etapa foram de R\$ 1.630,57 ha⁻¹ e na safra 2013/2014 foram de R\$ 1.814,51, ou seja, 11,3% superior ao da safra anterior. Esta diferença de porcentagem ocorreu pela diferença de produtividade entre uma safra e outra, onde alguns custos fixos, como frete e mão de obra, são proporcionais à produtividade obtida.

4.2 Análise da produtividade e lucratividade

Para realizar o cálculo da lucratividade obtida em cada safra, é preciso verificar o preço médio de venda do produto no mercado consumidor. Neste caso, as próprias empresas de armazenamento do produto são as compradoras.

A Tabela 5 mostra a análise da produtividade e lucratividade das duas safras analisadas.

Tabela 5: Análise da produtividade e lucratividade das safras analisadas.

Descrição	Safra 2012/2013	Safra 2013/2014
Produtividade	158,7 sc ha ⁻¹	181,4 sc ha ⁻¹
Valor de venda	R\$ 33,16 sc ⁻¹	R\$ 35,10 sc ⁻¹
Receita Bruta	R\$ 5.262,49 ha ⁻¹	R\$ 6.367,84 ha ⁻¹
Custos Totais	R\$ 3.030,88 ha ⁻¹	R\$ 3.946,19 ha ⁻¹
Receita Líquida	R\$ 2.231,61 ha ⁻¹	R\$ 2.421,65 ha ⁻¹

Fonte: Arquivo do Autor.

Na safra 2012/2013, a produtividade foi de 158,7 sc.ha⁻¹ e o preço médio de venda foi de R\$ 33,16 sc⁻¹, totalizando R\$ 5.262,49 ha⁻¹. Os custos de produção desta safra, descritos anteriormente na implantação, condução e colheita somam a quantia de R\$ 3.030,88 ha⁻¹. A diferença de R\$ 2.231,61 ha⁻¹ é considerada a lucratividade obtida nesta safra.

Na safra 2013/2014, a produtividade foi de 181,42 sc.ha⁻¹ e o preço médio de venda foi de R\$ 35,10 sc⁻¹, totalizando a quantia de R\$ 6.367,84 ha⁻¹. Os custos de produção desta safra, descritos anteriormente na implantação, condução e colheita somam a quantia de R\$ 3.946,19 ha⁻¹. A diferença de R\$ 2.421,65 ha⁻¹ é considerada a lucratividade obtida nesta safra.

Analisando os resultados, é possível determinar que a produtividade da safra 2013/2014, com a utilização de técnicas de AP, foi 14,30% superior à safra 2012/2013. Entretanto, o custo de produção da safra 2013/2014 foi 30,20% superior ao da safra 2012/2013, resultando numa lucratividade de apenas 10,85% superior.

Um fator importante que deve ser considerado, é que na safra 2013/2014 a produtividade média do município de Rosário do Sul (RS) foi 15% inferior à produtividade da safra 2012/2013, devido às condições climáticas desfavoráveis para a cultura do arroz nesta safra. Excesso de chuvas no período do plantio e diminuição de luminosidade solar no período vegetativo e reprodutivo da cultura foram os principais fatores determinantes da quebra de produtividade desta safra. Levando em consideração este fator, a produtividade e lucratividade da safra 2013/2014 deveria ter um percentual superior ao obtido; e a margem de lucro em relação ao custo de produção seria nitidamente superior.

Para a determinação dos custos de produção de ambas as safras analisadas, não foram contabilizados custos fixos e que são praticamente os mesmos para os

dois processos de produção, por exemplo, custos de impostos diversos, juros, depreciação e manutenção do maquinário, entre outros. Entende-se, que estes custos são relativamente os mesmos para ambas as safras e sua omissão não implicará no resultado principal do experimento, que é determinar a produtividade, a lucratividade e a quantidade de insumos utilizada em cada processo analisado em valores percentuais, ou seja, a inclusão do custo não alteraria o valor percentual por ser igual nas duas metodologias utilizadas.

4.3 Análise dos atributos do solo após a colheita

Após o término da colheita, contabilizando um período de aproximadamente 60 dias para a reestruturação do solo, foi realizada a reanálise dos atributos químicos do solo pela empresa Drakkar Agricultura de Precisão. Esta reanálise mostrou a evolução dos atributos do solo decorrentes da correção de acidez e, correção e manutenção da fertilidade do solo. A realização da reanálise ocorreu através da coleta de 4 amostras nos locais que apresentavam uma maior necessidade de correção de nutrientes, de maneira localizada. Desta maneira foi possível avaliar a evolução dos valores dos atributos analisados e verificar se a adubação e a calagem do solo obtiveram resultados positivos.

A Tabela 6 mostra o resultado da reanálise do solo em comparação com o ano anterior, safra 2013/2014.

Tabela 6: Reanálise dos atributos do solo.

Atributo	Safra 2013/2014	Reanálise 2014
pH	5,5	5,9
Saturação por Bases	67%	81%
Enxofre	7,1 mg.dm ⁻³	9,2 mg.dm ⁻³
Fósforo	12 mg.dm ⁻³	15 mg.dm ⁻³
Potássio	62 mg.dm ⁻³	101 mg.dm ⁻³

Fonte: Arquivo do Autor.

No atributo pH, a primeira análise constatou um valor médio de 5,5 e a reanálise constatou um valor médio de 5,9. No atributo Saturação por Bases, a primeira análise constatou um valor médio de 67% e a reanálise um valor médio de 81%. Através destes dois atributos é possível avaliar a eficiência da aplicação de calcário no talhão Ilha, onde o pH e a Saturação por Bases do solo passaram para níveis considerados bons. Além disso, o período de aplicação do calcário é inferior a um ano, sendo que seu efeito na correção da acidez do solo não foi totalmente utilizado e deverá ser gradativamente usufruído no solo por no mínimo mais três safras.

No atributo Enxofre, a primeira análise constatou um valor médio de 7,1 mg.dm⁻³ e a reanálise mostrou um valor médio de 9,2 mg.dm⁻³. No atributo Fósforo, a análise mostrou um valor médio de 12 mg.dm⁻³ e a reanálise constatou um valor médio de 15 mg.dm⁻³. Através destes atributos é possível avaliar a aplicação de DAP e SFS no talhão Ilha, onde se pode verificar que os atributos Enxofre e Fósforo permanecem em níveis considerados médios, entretanto com uma pequena melhora nos níveis. Assim, é possível afirmar que as aplicações de DAP e SFS obtiveram sucesso na forma de manutenção de fertilidade, mas pouco resultado na forma de correção da mesma.

No atributo Potássio, a primeira análise constatou um valor médio de 62 mg.dm⁻³ e a reanálise mostrou um valor médio de 101 mg.dm⁻³. Através deste atributo é possível avaliar a aplicação de KCl no talhão Ilha, onde verifica-se que o atributo Potássio evoluiu de um nível médio para um nível bom. Assim, é possível afirmar que as aplicações de correção e manutenção de KCl obtiveram sucesso na evolução da fertilidade do solo do talhão Ilha, mesmo considerando a alta mobilidade do Potássio no solo.

4.4 Análise da viabilidade econômica da aquisição de equipamentos para AP

Um dos principais entraves da propagação da utilização da agricultura de precisão nas lavouras gaúchas são os custos com os equipamentos e implementos para realizar tais tarefas. Uns dos principais implementos utilizados na aplicação de

técnicas de AP são os distribuidores de insumos sólidos com taxa variável, que possibilita o trabalho através da leitura de mapas de aplicação.

O produtor rural precisa optar pela melhor escolha para a realização de um trabalho de AP, onde deve decidir pela compra do equipamento ou a contratação de serviços terceirizados.

A terceirização dos serviços é uma maneira bastante utilizada para produtores que utilizam técnicas de AP em pequena escala ou para aqueles que não querem um envolvimento maior com a contratação de funcionários qualificados e com um grande investimento financeiro.

No caso deste experimento, foi realizado o investimento na aquisição de um distribuidor de centrífugo, o Hércules 10000 da empresa Stara, ao custo de R\$ 137.000,00. Sendo deste valor o pagamento de entrada de 10% e o saldo financiado em nove anos com juros anuais de 2,5%, totalizando uma parcela anual em torno de R\$ 16.000,00.

Para avaliar a viabilidade econômica da aquisição do implemento utilizaram-se os valores que seriam cobrados, caso o equipamento fosse terceirizado, para a aplicação dos insumos. Neste caso, consultando empresas da região que prestam este serviço, fixou-se o valor em R\$ 20,00 ha⁻¹ para os diversos insumos utilizados. Fixou-se também um valor para o equipamento utilizado quando o cultivo não aplicava as técnicas de AP, neste caso um equipamento distribuidor comum a lança das mesmas dimensões do distribuidor centrífugo, sem tecnologia de aplicação em taxa variável. Neste caso, o valor ficou em R\$ 8,00 ha⁻¹. Estes valores correspondem somente ao custo do equipamento; sem contabilizar o trator, o operador e o combustível utilizado.

Analisando as etapas de implantação e condução da cultura do arroz, é possível verificar que na safra 2012/2013, quando não se aplicou técnicas de AP, houve apenas uma aplicação de ureia utilizando o equipamento mencionado, totalizando um custo de R\$ 8,00 ha⁻¹ e um custo total de R\$ 440,00 por talhão. Na safra 2013/2014, com a utilização de técnicas de AP houve quatro aplicações de insumos utilizando o distribuidor centrífugo, sendo estas de calcário, SFS, KCI e ureia. Para estas aplicações se teve um custo de R\$ 80,00 ha⁻¹, totalizando um custo de R\$ 4.400,00 por talhão.

Observando os valores do custo do equipamento com as aplicações, é possível afirmar que a aquisição do equipamento é viável neste caso, já que o talhão

Ilha corresponde por menos de 4% do tamanho total da propriedade, e este pode ser utilizado em toda sua estrutura para dissolver o custo da aquisição. Observa-se que para propriedades superiores a 200 ha a aquisição do equipamento já é viável, visto que para este tamanho de área o valor da parcela do financiamento seria a mesma do que o custo da terceirização do serviço.

O equipamento tem uma depreciação de 10% ao ano, nível elevado de depreciação por ser um equipamento que trabalha em condições extremas e com insumos minerais, restringindo sua vida útil a aproximadamente 10 anos.

A baixa vida útil do equipamento é compensada pela importância do mesmo dentro da propriedade, já que o produtor tem a disponibilidade do equipamento sempre que desejar, ao contrário de serviços terceirizados onde se deve haver um agendamento prévio de datas para a realização do serviço e depender de fatores limitantes como condições climáticas. Além disso, a disponibilidade do equipamento é fundamental na manutenção da produtividade, já que a aplicação de insumos no momento exato da cultura, principalmente a ureia, é determinante para garantir uma boa produtividade. O tamanho do equipamento também é fator determinante, pois este distribuidor centrífugo tem grande desempenho operacional e compensa a falta de mão de obra da região.

Um fator que deve ser levado em consideração é a escassez de prestadores de serviço terceirizados na região, o que demonstra melhor a necessidade do equipamento dentro da propriedade. Além disso, o equipamento pode ser utilizado para a prestação de serviços nos vizinhos e locais próximos da propriedade, quando estiver ocioso, o que facilita o pagamento da sua aquisição.

5 CONCLUSÕES

Na safra 2013/2014, com a aplicação de técnicas de agricultura de precisão o custo de produção da cultura do arroz no talhão analisado foi 30,20% superior ao da safra anterior onde o cultivo foi de maneira tradicional. Por outro lado, a produtividade obtida com a utilização de técnicas de AP foi 14,30% superior ao cultivo tradicional, obtendo-se um lucro de 10,85% superior.

Neste caso o elevado custo da aplicação de técnicas de AP reflete um grande investimento inicial, já que a área analisada necessitava de uma grande quantidade de insumos para a sua correção e manutenção de fertilidade. Além disso, a pequena diferença de produtividade e lucratividade ocorreu também por uma pequena quebra de safra no ciclo 2013/2014, visto que houve uma redução de 15% na média de produtividade no município de Rosário do Sul (RS) em função de condições climáticas desfavoráveis ao cultivo do arroz.

A reanálise dos atributos do solo após a colheita da safra 2013/2014 mostra que as intervenções químicas realizadas com a aplicação de insumos a taxa variável promoveram melhorias significativas nos teores de pH, saturação por bases, enxofre, fósforo e potássio. Assim, é possível concluir também que o alto custo inicial da implantação de técnicas de AP deve ser diluído ao longo dos anos, visto que houve uma melhoria significativa na fertilidade do solo e a manutenção da mesma para as próximas safras exigirá uma menor quantidade de insumos sem prejudicar a produtividade desejada.

A aquisição do distribuidor centrífugo se mostrou economicamente viável em função do tamanho da propriedade, visto que para áreas maiores de 200 ha o valor do financiamento do equipamento é menor do que o valor cobrado pelas empresas de prestação de serviço. Além disso, a disponibilidade do equipamento na propriedade é de extrema importância para sua utilização sempre que o produtor desejar, já que as empresas de prestação de serviço da região não satisfazem as necessidades operacionais que os produtores desejam.

O tamanho do distribuidor centrífugo é determinante para a rápida operacionalização da aplicação de insumos no momento desejado, o que garante a manutenção da produtividade. Além disso, sua grande eficiência compensa a falta de mão de obra disponível na região.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ANTUNIASSI, U. R. **Inovações tecnológicas para aplicação de defensivos agrícolas.** Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, p.21-35. 2006.

BARBIERI, D. M.; JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T. **Variabilidade espacial de atributos químicos de um argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 645-653, out./dez. 2008.

COELHO, A. M. **Agricultura de precisão em sistemas agrícolas.** Embrapa – Milho e Sorgo, 2008.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Metodologia de cálculo de custos de produção da Conab.** 2006.

DAMPNEY, P. M. R., MOORE, M. **Precision agriculture in England: Current practice and research-based advice to farmers.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4, 1998, St. Paul. Proceedings... Madison: American Society of Agronomy, 1999. Part A, p.661-73.

DELLAMEA, R.B.C.; AMADO, T.J.C.; BELLE, G.L.; PES, L. Z.; SCHENATO R.B. **Análise econômica simplificada da taxa variável X taxa fixa de aplicação de fertilizantes.** – Centro de Ciências Rurais – Universidade Federal de Santa Maria – RS, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Adubação e calagem para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** Pelotas, RS, 2007.

EMBRAPA , Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil,** Edital Técnico. Brasília – DF, 2004.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa -SPI, 1999. 412 p.

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

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

GEBBERS, R., ADAMCHUK, V. I. **Precision agriculture and food security**. Science, v. 327, n. 5967, p. 828-831, 2010.

GREGO, C. R.; OLIVEIRA, R. P.; VIEIRA, S. R.; **Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão**. Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas – SP, 2013.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2012, dados referentes ao município de Rosário do Sul – RS**. fornecidos em meio eletrônico. **Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 29 out. 2014.**

IRGA, INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. **Safras**. Porto Alegre: Irga, 2014. **Disponível em: www.irga.rs.gov.br. Acesso em: 15 out. 2014.**

LEMAINSKI, C.L. **Agricultura de Precisão em Áreas Irrigadas com Pivô Central no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: 2007, 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MACHADO, L. O.; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, C. V. **Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional**. Revista Brasileira Ciência do Solo. n. 31, p. 591-599, 2007.

MENEGATTI, L. A. A.; KORNDORFER, G.; SOARES, R. A. B.; OLIVEIRA, P. F. M.; GOES, S. L. **Estudo de caso sobre investimento agrícola: oportunidades com agricultura de precisão**. Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ESALQ/USP, Piracicaba – SP, 2004.

MENEGATTI, L. A. A.; MOLIN, J. P. Remoção de erros em mapas de produtividade via filtragem de dados brutos. Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, n. 1, Campina Grande, Jan./Apr. 2004.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. **Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem**

manejo químico localizado. UNIOESTE, PR. Revista Brasileira Ciência do Solo. n. 27, p. 1149-1159, 2003.

MOLIN, J. P. **Tendências da agricultura de precisão no Brasil.** Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ESALQ/USP, Piracicaba – SP, 2004.

NOLLER, D. S. **Agricultura de Precisão na cultura de arroz irrigado (Oryza sativa) em áreas sistematizadas e não sistematizadas.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2012.

PMRS – Prefeitura Municipal de Rosário do Sul, **Dados Geográficos de Rosário do Sul – RS,** Cartilha técnica, 12 p. 2014.

RODRIGUES, J. B. T. **Variabilidade espacial e correlações entre atributos de solo e profundidade na Agricultura de Precisão.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, 2002.

SILVA, V. A. **Sistema de Custos Para Micro e Pequenas Empresas,** Ed FUMESC – UNIFENAS, 2010.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; STORCK, L.; FEIJÓ, S. **Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico.** Revista Brasileira Ciência do Solo. v. 27, n.6, Viçosa Nov./Dec. 2003.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de **Arroz Irrigado. Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil.** SOSBAI, 188 p. Bento Gonçalves, 2010.

SOSBAI – Sociedade Sul-Brasileira de **Arroz Irrigado. Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil.** SOSBAI, 161 p. Pelotas, 2007.

SUDDUTH, K. A. **Engineering Technologies for Precision Farming.** In: international seminar on agricultural mechanization technology for precision farming, 1999, Suwon. Anais...1999.

UMEZU, C. K. **Sistema de controle de um equipamento de formulação, dosagem e aplicação de sólidos a taxa variáveis.** Tese de doutorado. 171 p. Campinas, UNICAMP, 2003.

UMEZU, C. K.; CAPELLI, N. L. **Desenvolvimento e avaliação de um controlador eletrônico para equipamentos de aplicação de insumos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 10, n. 1, p. 225-230, 2006.

VIEIRA, S.R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. Tópicos em Ciência do Solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.1-54.

WERNER, V. **Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional.** Tese (Doutorado) – Universidade federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2007.

APÊNDICE A

Apêndice A - Análise de solo do talhão Ilha utilizada na safra 2012/2013.



INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ
DIVISÃO DE PESQUISA - ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DO ARROZ
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO

Laboratório Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solo e Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina - ROLAS

LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO

NOME: Leonardo Cezar Mainardi
Município: Dom Pedrito/RS

Data de Recebimento: 05/06/2012
Data de Emissão: 04/07/2012

Amostra	Registro	Argila %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al cmol _e /dm ³	Ca cmol _e /dm ³	Mg cmol _e /dm ³
1	3027/2012	13	4,9	6,2	20,9	108	1,6	0,6	2,4	0,5
2	3028/2012	16	5,2	6,2	15,7	124	2,3	0,4	9,9	1,3

Amostra	Registro	H + Al cmol _e /dm ³	CTC (cmol _e /dm ³)		Saturação (%)			Relações		
			Efetiva	pH 7,0	Al	Bases	K	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
1	3027/2012	3,5	3,8	6,7	15,8	47,9	4,2	5,3	8,8	1,7
2	3028/2012	3,5	11,9	15,0	3,4	76,8	2,1	7,8	31,4	4,0

Amostra	Identificação da Amostra
1	01 São Vicente
2	02 Ilha



Madalena Boeni

Eng. Agr. Madalena Boeni
CREA RS 097391
Convênio IRGA-FUNDAÇÃO IRGA
Responsável Técnico

Local para entrega do laudo: 20° NATE - Dom Pedrito

Av. Rio Branco, 926 - Centro - Dom Pedrito/RS

EAA-IRGA: Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494 - Cachoeirinha/RS, Brasil
Fone: (51) 3470.0611 - Fax: (51) 3470.0616 E-mail: labsolos@irga.rs.gov.br

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

Mainardi, Leonardo Cezar

Viabilidade de utilização de técnicas de Agricultura de Precisão na lavoura orizícola / Leonardo Cezar Mainardi.-2015.

72 p.; 30cm

Orientador: Elódio Sebem

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, RS, 2015

1. Taxa variável de insumos 2. Lucratividade 3. Arroz irrigado I. Sebem, Elódio II. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Leonardo Cezar Mainardi. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Marechal Deodoro, 1579. CEP 96450-000 – Dom Pedrito, RS, Brasil.

Fone (53) 9961-9737; Endereço eletrônico: leonardo_mainardi@hotmail.com
