

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO

CARLA MICHELE CUSTODIO CORBETI

**ANÁLISE DE RISCO PARA OS SISTEMAS DE PLANTIO NA
CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL**

Porto Alegre

2010

CARLA MICHELE CUSTODIO CORBETI

**ANÁLISE DE RISCO PARA OS SISTEMAS DE PLANTIO NA
CULTURA DO ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia/ Mestrado em Economia do Desenvolvimento da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul como requisito parcial para recebimento de título de mestre em Economia.

Orientador: Prof. PhD. Valter José Stülp

Porto Alegre

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C789a Corbeti, Carla Michele Custodio

Análise de risco para os sistemas de plantio na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul / Carla Michele Custodio Corbeti. – Porto Alegre, 2010.

79 f.

Diss. (Mestrado em Economia) – Fac. de Administração, Contabilidade e Economia, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Valter José Stülp

1. Economia. 2. Orizicultura – Rio Grande do Sul. 5. Orizicultura – Lucro. I. Stülp, Valter José. II. Título.

CDD 633.18

Bibliotecária Responsável: Elisete Sales de Souza, CRB 10/1441

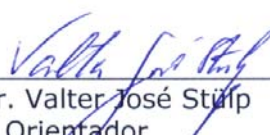
Carla Michele Custódio Corbeti

**ANÁLISE DE RISCO PARA OS SISTEMAS DE PLANTIO NA CULTURA
DO ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL**

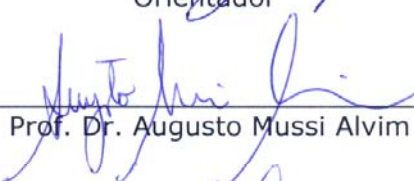
Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia, pelo Mestrado em Economia do Desenvolvimento da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em 23 de agosto de 2010, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:




Prof. Dr. Valtér José Stülp
Orientador



Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim



Prof. Dr. Nilton Clóvis de Araújo



Profa. Dra. Izete Pengo Bagolin

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Riograndense do Arroz pela bolsa.

Agradeço à Deus por toda a força sempre.

Agradeço, ainda, ao meu orientador Valter Stülp, à minha família, namorado e amigos.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a variável lucro da produção orizícola nos diferentes sistemas de cultivo no Rio Grande do Sul considerando condições de risco. Para tanto, a metodologia utilizada foi a simulação de Monte Carlo com o auxílio do *software @risk*. Foram simuladas as variações no lucro de três sistemas de produção do arroz: cultivo convencional, mínimo e pré-germinado. A análise de cada sistema foi feita em relação a três municípios onde o sistema em questão era predominante. Foram analisadas as diferentes probabilidades de ocorrência de lucro em cada sistema e o desvio-padrão associado. Constatou-se que a probabilidade de ocorrência de lucro é maior nas lavouras onde se emprega o sistema convencional, entretanto, o sistema de cultivo mínimo possui vantagens em relação ao sistema convencional dado que a probabilidade de ocorrência de lucros maiores é elevada e a produtividade associada também é superior.

Palavras-chave: Rio Grande do Sul, orizicultura, sistemas de cultivo, lucro.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the variable profit of paddy production in different farming systems in Rio Grande do Sul considering risk conditions. The methodology used was the Monte Carlo simulation with the help of the software @ risk. We simulated the three variations on the profit of rice production systems: conventional tillage, minimum and pre-germinated. The analysis of each system was made for the three municipalities where the system in question was predominant. We analyzed the different probabilities of profit in house system and associated standard deviation. It was found that the probability of profit is higher in fields where it employs the conventional system, however, the minimum tillage system has advantages over the conventional system because the probability of higher profits and productivity is also associated with high is superior.

Keywords: rice, production, production systems, profit.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curvas de custo médio no curto prazo	17
Gráfico 2 - Curvas de custos da empresa	17
Gráfico 3 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Palmares do Sul - Sistema Convencional (1990-2008).....	57
Gráfico 4 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Pelotas - Sistema Convencional (1990-2008)	58
Gráfico 5 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Formigueiro - Sistema Convencional (1990-2008)	59
Gráfico 6 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Dom Pedrito - Sistema de Cultivo Mínimo (1990-2008).....	60
Gráfico 7 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Itaqui - Sistema de Cultivo Mínimo (1990-2008).....	61
Gráfico 8 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Uruguaiana - Sistema de Cultivo Mínimo (1990-2008).....	62
Gráfico 9 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Santo Antônio da Patrulha - Sistema de Plantio Pré-Germinado (1990-2008)	63
Gráfico 10 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Mostardas - Sistema de Plantio Pré-Germinado (1990-2008).....	64
Gráfico 11 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de General Câmara - Sistema de Plantio Pré-Germinado (1990-2008).....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Municípios por sistema de plantio, área de arroz (ha) e participação do sistema (%)	55
Tabela 2 - Probabilidade de ocorrência de lucro na atividade arrozeira por faixas, sistemas e municípios (%) – Período 1990-2008	67
Tabela 3 - Análise de risco no cultivo de arroz por hectare por municípios e sistemas de cultivo no RS em relação ao lucro.....	68
Tabela 4 - Participação dos sistemas de produção na área total semeada de arroz (%)	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 CUSTOS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO ARROZ IRRIGADO NO RS	14
2.1 A TEORIA MICROECONÔMICA DA PRODUÇÃO	14
2.1.1 Custos no Curto Prazo	16
2.1.2 Determinantes de Custos no Curto Prazo	18
2.2 CUSTOS NO LONGO PRAZO	18
2.3 METODOLOGIAS DE CÁLCULO DO CUSTO DE PRODUÇÃO	19
2.3.1 Metodologias de Cálculo dos Custos de Produção das Principais Culturas Exploradas em Santa Catarina – Cepa/SC	20
2.3.2 Metodologia de Cálculo de Custo de Produção da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento)	24
2.3.2.1 Detalhamento das Contas	25
2.4 SISTEMAS DE PRODUÇÃO	27
2.4.1 Sistema Convencional	28
2.4.2 Plantio Direto	30
2.4.3 Sistema de Cultivo Mínimo	33
2.4.4 Sistema Pré-Germinado	36
3 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO E O RISCO NA AGRICULTURA	38
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	38
3.2 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO NAS PROPRIEDADES RURAIS	38
3.3 A INCORPORAÇÃO DO RISCO	42
3.4 ESTUDOS EMPÍRICOS	45
4 METODOLOGIA	48
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	48
4.2 SIMULAÇÃO	48
4.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO	50
4.4 @RISK	52

4.5 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO PARA OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RS	52
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1 LUCRO NO SISTEMA CONVENCIONAL	57
5.1.1 Palmares do Sul	57
5.1.2 Pelotas	58
5.1.3 Formigueiro.....	59
5.2 LUCRO NO SISTEMA DE CULTIVO MÍNIMO	60
5.2.1 Dom Pedrito	60
5.2.2 Itaqui.....	61
5.2.3 Uruguaiana.....	61
5.3 LUCRO NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO.....	62
5.3.1 Santo Antônio da Patrulha	63
5.3.2 Mostardas	63
5.3.3 General Câmara	64
5.4 UM COMPARATIVO ENTRE AS OCORRÊNCIAS DE LUCRO E RISCO ASSOCIADO NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO CONSIDERADOS E MUNICÍPIOS.....	65
5.5 MEDIDA DE SENSIBILIDADE: COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA OS LUCROS	67
5.6 A EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO EM ÁREA PLANTADA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO MAIS UTILIZADOS	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS	74
ANEXO.....	78
ANEXO A - Base de dados para simulação.....	79

1 INTRODUÇÃO

O arroz desempenha importante papel no âmbito internacional por ser consumido no mundo inteiro. Segundo EMBRAPA (2005) cerca de 150 milhões de hectares de arroz são cultivados anualmente no mundo, produzindo 590 milhões de toneladas, sendo que mais de 75% desta produção é oriunda do sistema de cultivo irrigado.

Este cereal é um dos grãos mais importantes economicamente principalmente nos países em desenvolvimento como na Ásia e Oceania e, segundo estimativas, até 2050 haverá uma demanda para atender o dobro da população atual.

O arroz responde, atualmente, por quase de 30% da produção mundial de grãos e ocupa a segunda maior área plantada. O grão, geralmente consumido in natura, tem presença constante na alimentação de praticamente todos os povos.

Mundialmente, a produção e o consumo do arroz estão concentrados nos países asiáticos. Em 2008/09, a Ásia foi responsável por 90,4% dos 657 milhões de toneladas produzidos no planeta. A segunda maior produção continental concentra-se nas Américas, com 5,4%. A África aparece logo atrás, respondendo por 3,6%, seguida pela Europa com 0,4%, e, das Repúblicas da Ex-União Soviética com 0,2% do total. Sob a ótica da demanda, a Ásia, que tem 55% da população mundial consome 90% do arroz do mundo. A América e a África detêm 14% da parcela consumida, seguidos da Europa com 11% e Ex-Urss 4%. O restante (1%) fica concentrado no continente da Oceania.

De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), no ciclo comercial 2008/09, as exportações do cereal corresponderam a 6,7% do total produzido. Sendo assim, o comércio internacional do produto é modesto quando comparado a outras culturas.

Ao contrário do que ocorre com os produtos alimentares de maior valor agregado, cuja demanda cai paralelamente com a diminuição do poder aquisitivo da população, o arroz caracteriza-se pela não reflexão desse efeito em momentos de recessão e retração da renda (SAFRAS & MERCADO, 2010). Desta forma, em períodos de depressão ou baixo crescimento econômico, o consumo per capita deste cereal mantém a tendência de crescimento.

O maior consumo de arroz per capita pessoa é registrado em Myanmar (antiga Birmânia) na Ásia, onde cada ser humano ingere mais de 300 quilos do cereal (beneficiado) em um ano. No Brasil, que estima uma população de 189,612 milhões de habitantes segundo

IBGE (2009), cada brasileiro consome, em média, 48,6 quilos, ocupando a 43ª posição do mundo.

Por outro lado, com o aparecimento do Mercosul e aproveitando-se dos benefícios gerados pelos acordos comerciais firmados pelo Bloco e da abertura comercial brasileira iniciada no final da década de 1980, a Argentina e o Uruguai, tradicionais produtores de arroz de alta qualidade e fornecedores, vislumbraram no mercado brasileiro, importador líquido do produto, uma excelente oportunidade para escoar seus excedentes exportáveis.

Em relação ao mercado externo, destacam-se a Tailândia e o Vietnã (como grandes exportadores), a China e a Índia (que concentram mais de 50% da produção e consumo), os Estados Unidos (maiores exportadores das Américas) e o Uruguai e a Argentina, (principais fornecedores de arroz para o Brasil). O Brasil é o maior produtor e consumidor de arroz em países extra-asiáticos, ocupando em termos globais, a nona colocação em produção e consumo.

No Brasil, a orizicultura irrigada é responsável por 65% da produção nacional de arroz, porém, com baixa rentabilidade, devido ao alto custo de produção e distorções de mercado. O cultivo do arroz irrigado presente em todas as regiões brasileiras destaca-se na Região Sul que é responsável, atualmente, por 60% da produção total deste cereal. Nas demais regiões as produções de arroz irrigado não são significativas.

Na região Sul do Brasil, predomina o sistema de cultivo de arroz irrigado, sendo o Rio Grande do Sul, o maior produtor de arroz do país. A produção de arroz é uma atividade econômica de expressiva importância no estado do Rio Grande do Sul. Responsável por mais de 60% da produção brasileira que atende às exportações internas do país, é umas das atividades agrícolas que mais geram emprego e renda para os agricultores locais.

Dentre as técnicas de produção que podem ser utilizados no cultivo do arroz irrigado destacam-se o sistema convencional, o sistema de cultivo mínimo e o sistema pré-germinado. Para o produtor tomar a decisão sobre qual sistema adotar ele segue critérios estabelecidos, a partir de uma certa quantidade de informações, com o propósito de atingir um objetivo estabelecido (FREITAS, 2009). Neste contexto, o risco é um dos elementos importantes para a tomada de decisão do produtor e, sendo assim, é necessário avaliar o risco envolvido na adoção de cada sistema.

De acordo com Marques e Frizonne (2005), decisões tomadas sob risco são aquelas em que o analista modela o problema de decisão em termos de resultados futuros esperados.

Dentre os riscos que podem ser considerados na agricultura, destacam-se os riscos associados às variações não antecipadas na produtividade em função de fatores climáticos e os

riscos de mercado associados às variações não antecipadas no preço do produto. Existem, ainda, os riscos associados às variações nos preços dos insumos.

O risco de produção deriva da incerteza relacionada a processos de crescimento natural de lavouras e pecuária. Meteorologia, doenças, pragas e outros fatores afetam a quantidade e a qualidade da produção.

As decisões do produtor são tomadas com base em previsões. Tal fato, já exprime a idéia de incerteza que deve ser incorporada ao risco. Quando o produtor decide o sistema de produção empregado e quanto plantar para a safra, deve considerar as variáveis incertas descritas acima.

É importante ter uma estimativa do grau de risco envolvido em cada sistema de produção. Este conhecimento pode dar uma orientação ao produtor de arroz para a sua decisão de escolha do sistema de produção. Isto pode ser determinante para a maior produtividade do setor arroseiro.

A produção de arroz no RS assume notável importância econômica na atividade agropecuária, sendo fonte de geração de emprego e renda para o estado, onde o maior número de produtores se concentra em médios e pequenos.

A produtividade no setor pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles a adoção de determinado sistema de produção ou alterações climáticas. À exemplo disso, no ano de 2010, as chuvas no Rio Grande do Sul, atingiram fortemente as lavouras de arroz comprometendo 9% da produção gaúcha. Como consequência disso, os reajustes de cotação fizeram com que o preço do grão subisse causando uma retração da demanda.

Problemas como os citados mostram a vulnerabilidade do setor à variações de lucro, produtividade e etc. Sendo assim, a condução de inovações tecnológicas neste setor deve considerar a renda que vai gerar e o risco envolvido, cabendo ao produtor decidir qual dos sistemas de produção irá adotar.

Estudos que avaliem estes aspectos tornam possível a orientação do setor para redução do nível de risco e aumento da produtividade. Assim, a motivação do presente estudo consiste em fornecer informações sobre as probabilidades de ocorrência do lucro e produtividade gerados por cada sistema.

O objetivo do presente estudo é verificar a probabilidade de ocorrência do lucro e o risco associado em cada um dos sistemas de produção de arroz predominantes no RS. Com isto, deseja-se fornecer orientações ao produtor gaúcho, contribuindo para o aumento da produtividade desta cultura.

O segundo capítulo traz uma revisão sobre custos de produção em geral e metodologias de custo para a agricultura bem como a descrição dos sistemas de plantio utilizados no estado para a cultura orizícola.

No capítulo 3 são abordadas algumas teorias do processo decisório nas organizações e a incorporação do risco nas análises de projetos. São apresentados, ainda, estudos empíricos que incorporaram a variável risco na presença de incerteza.

O capítulo 4 traz os procedimentos metodológicos aplicados no estudo a fim de atingir o objetivo proposto e uma apresentação sobre a técnica de simulação e dos procedimentos do Método de Monte Carlo além de uma breve apresentação do *software* utilizado para promover as simulações neste trabalho.

Em seguida, apresentar-se-á os resultados obtidos da análise utilizando a simulação de Monte Carlo para os sistemas de produção nos municípios analisados e, por fim, são feitas as considerações finais do trabalho.

2 CUSTOS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO ARROZ IRRIGADO NO RS

O segundo capítulo tem como base a revisão de literatura sobre custos na agricultura, abordando a análise microeconômica de custos e a estrutura dos custos de produção na agricultura. Descreverá, ainda, os diferentes sistemas de produção adotados na orizicultura do Rio Grande do Sul como alternativas de minimizar os custos associados à produção de arroz.

Far-se-á uma revisão sobre a teoria microeconômica referente aos custos de produção onde são apresentadas as concepções teóricas relacionadas aos custos de curto e de longo prazo. Em seguida, são apresentadas referências às metodologias de cálculo de custo de produção constantes em duas publicações bem como dados referentes à produção de arroz no RS e, por fim, serão detalhados os diferentes sistemas de produção empregados na cultura orizícola do estado.

De acordo com Santos, Marion e Segatti (2002), o principal papel do administrador rural é planejar, controlar, decidir e avaliar os resultados visando à maximização de lucros. Para os autores, o sistema de custos visa auxiliar a administração na organização, permite uma correta valorização dos estoques para apuração dos resultados obtidos em cada cultivo ou criação, oferece bases consistentes para o produtor decidir o que plantar, como plantar e quando plantar, bem como orientar os órgãos públicos e privados na fixação de medidas, como por exemplo, garantia de preços mínimos.

2.1 A TEORIA MICROECONÔMICA DA PRODUÇÃO

A teoria da produção explica de que forma a tecnologia de produção, juntamente com os preços dos insumos, determina o custo de produção da empresa. Os produtores devem decidir como produzir e escolher uma combinação ótima de insumos que minimize seus custos dada a quantidade de produto.

De acordo com a teoria econômica, os custos devem ser considerados de modo que se tenha uma visão das perspectivas futuras da empresa enquanto que em termos contábeis, a preocupação deve deter-se nos demonstrativos contábeis da empresa representados pelo controle do ativo e passivo e a avaliação do desempenho passado.

Os economistas preocupam-se com os custos que poderão ocorrer no futuro e com os critérios que serão utilizados pela empresa para reduzir seus custos e melhorar sua lucratividade. Os economistas têm sempre em mente os custos econômicos, os quais estão associados às oportunidades perdidas (PINDICK; RUBINFELD, 2002).

- Custos de oportunidade

Para os economistas custos econômicos e custos de oportunidade são sinônimos, ou seja, os custos de oportunidade são os custos associados às oportunidades que serão deixadas de lado, caso a empresa não empregue seus recursos de maneira mais rentável.

Tanto economistas quanto contadores incluem os desembolsos realizados, denominados custos explícitos, em seus cálculos. Fazem parte dos custos explícitos os salários e os custos dos insumos na produção bem como a locação de propriedades. Para os contadores, os custos explícitos são importantes porque envolvem pagamentos feitos diretamente pela empresa a outras empresas e pessoas com as quais ela faz negócios. Tais custos são relevantes para o economista pelo fato de a maioria dos custos, incluindo salários e custos de materiais, representarem uma quantia que poderia ter sido despendida de outra forma.

Os custos econômicos podem diferir dos contábeis na consideração dos salários e da depreciação econômica. Por exemplo, uma proprietária que administre sua própria loja, mas que decida não pagar a si mesma um salário. Embora nenhuma transação monetária tenha ocorrido (ela não aparecerá, portanto, no custo contábil), o negócio incorre não obstante, em um custo de oportunidade, pois sua proprietária poderia ter recebido um salário competitivo trabalhando em outro lugar. (PINDICK; RUBINFELD, 2002).

Os contadores e economistas também consideram depreciação de modo diferente. Ao estimar a lucratividade futura de uma empresa, um economista ou administrador preocupa-se com os custos do capital da fábrica e dos equipamentos. Isso envolve não apenas os custos explícitos da aquisição e da operação dos equipamentos, mas também o custo associado ao desgaste de sua utilização. Durante a avaliação do desempenho no período anterior, os contadores usam em seus cálculos de custos e lucros a regulamentação fiscal para determinar a depreciação permitida. Contudo, tais valores permitidos para a depreciação não refletem o real desgaste a que foram submetidos os equipamentos, o qual varia entre diferentes tipos de ativos.

- Custos irreversíveis

Embora os custos de oportunidade estejam freqüentemente ocultos, eles deveriam ser sempre levados em conta quando se tomam decisões econômicas. Exatamente o oposto ocorre em relação aos custos irreversíveis: um gasto que foi feito e que não pode ser diretamente

recuperado. Os custos irreversíveis geralmente são visíveis, mas deveriam ser sempre ignorados quando se tomam decisões econômicas.

Devido ao fato de não poderem ser recuperados, os custos irreversíveis não deveriam ter nenhuma influência sobre as decisões da empresa e por não poder ser utilizado em fins alternativos, então este gasto com o equipamento vem a ser um custo irreversível. Devido ao fato de não ter uso alternativo, seu custo de oportunidade é zero. Assim, esse gasto não deveria ser incluído como parte dos custos da empresa.

2.1.1 Custos no Curto Prazo

É importante fazer a distinção dos custos de acordo com o horizonte temporal. Para saber em que nível de produção operar os administradores das empresas devem saber de que forma os custos variam quando a produção aumenta.

O curto prazo é definido como um período de tempo em que a quantidade de certos fatores de produção não pode ser variada. Os custos referentes a estes fatores são os custos fixos. A produção pode ser aumentada com a expansão dos fatores variáveis, portanto, os custos variáveis.

- Custo médio e custo marginal

- Custo Médio: O custo total médio é o custo total por unidade de produto. Ele é composto pela soma dos custos fixo médio e variável médio que são, respectivamente, o custo fixo dividido pelo produto e o custo variável dividido pelo produto.

Abaixo, estão representadas as curvas de custos médios. No gráfico 1, a curva de custo fixo médio é sempre decrescente, pois matematicamente representa o quociente de uma constante dividida por uma variável (a quantidade) cada vez maior. Tendencialmente ela vai se aproximando do eixo horizontal. A curva de custo variável médio, tal como a curva do custo total médio apresentam a forma de U, pois são decrescentes no início da produção e crescentes nas zonas de produção mais elevada.

Conforme Varian (2006), a curva de custo variável médio pode inclinar-se de início para baixo, mas a partir de certo volume de produção ela cresce caso haja fatores fixos restringindo a produção. A curva de custo total médio por sua vez, começará por cair devido aos custos fixos decrescentes, mas em seguida, crescerá em consequência do aumento dos custos variáveis médios, conforme o gráfico 1:

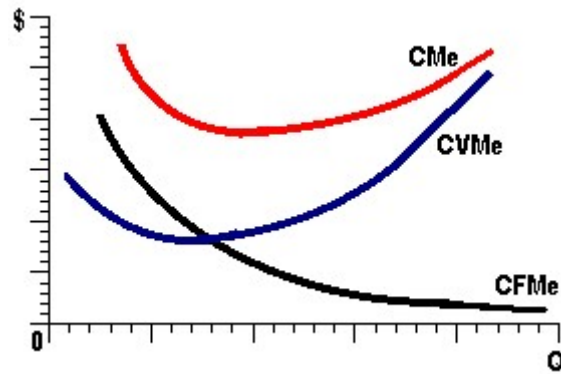


Gráfico 1 - Curvas de custo médio no curto prazo
Fonte: elaborado pela autora

- Custo Marginal: o custo marginal representa o acréscimo de custo decorrente do aumento adicional de uma unidade de produto. Assim, pode-se dizer que a maioria das decisões econômicas se concentra em escolhas na margem em que os custos marginais são comparados com os benefícios marginais. O custo marginal está associado ao custo variável já que o custo fixo não apresenta variações quando ocorrem alterações no nível de produção da empresa.

O custo marginal corta as curvas de custo médio no seu ponto mínimo, ou ponto de inflexão. De acordo com Stiglitz e Walsh (2003), isto acontece porque enquanto o custo marginal estiver abaixo de seu custo médio, a produção de uma unidade extra de produto fará com que baixe o custo médio.

Se o custo marginal for superior ao custo médio, então produzir uma unidade extra de produto aumentará os custos médios. Desta forma, sempre que o custo marginal estiver acima do médio, a curva de custo médio deve estar subindo conforme o gráfico 2:

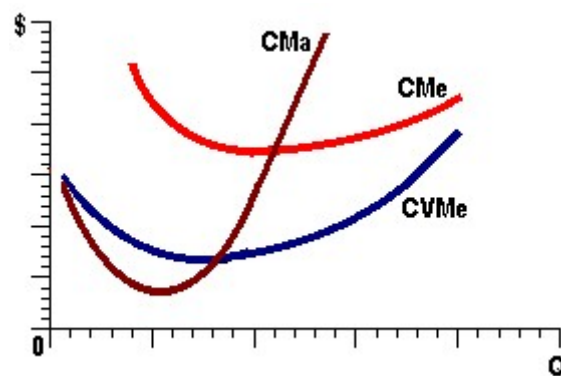


Gráfico 2 - Curvas de custos da empresa
Fonte: Elaborado pela autora

2.1.2 Determinantes de Custos no Curto Prazo

De acordo com a Lei dos Rendimentos decrescentes, à medida que aumenta o uso de determinado insumo (mantendo-se fixos os demais insumos), acaba-se chegando a um ponto em que a produção adicional decresce. A Lei dos Rendimentos decrescentes geralmente aplica-se ao curto prazo, quando pelo menos um dos insumos permanece inalterado.

Um produto marginal elevado significa que a necessidade do fator de produção é pequena, reduzindo o custo marginal. A relação entre o produto físico marginal e o custo marginal é inversa. Quando o produto marginal aumenta, o custo marginal da produção diminui e vice-versa.

Quando se tem dois ou mais insumos variáveis na produção, a relação torna-se mais complexa, porém, sempre mantendo a relação básica onde quanto maior for a produtividade dos fatores, menores serão os custos marginal e médios da empresa.

Assim, diz-se que a produção está operando com retornos marginais decrescentes quando o produto marginal do fator declina à medida que a quantidade do mesmo aumenta, ou seja, nesta situação, o custo marginal é crescente.

2.2 CUSTOS NO LONGO PRAZO

O longo prazo caracteriza-se pela possibilidade de obter a combinação de fatores de produção que minimize os custos de produção de uma determinada quantidade de produto. No longo prazo as quantidades de todos os fatores de produção são variáveis.

Para Varian (2006), no longo prazo, a empresa pode escolher o nível de seus fatores de produção, ou seja, eles não são mais fixos no sentido de que é sempre possível produzir zero unidade de um bem a custo zero. É claro que o longo prazo depende do horizonte temporal que muda em relação a cada problema que for analisado. Desta forma, no longo prazo, os custos totais médios são compostos pelos custos variáveis médios, pois não há custos fixos médios no longo prazo.

A curva de custo médio de longo prazo assume o formato de U. Este formato de U da curva de custo médio de longo prazo é devido aos rendimentos de escala. Rendimentos crescentes de escala resultam na redução da curva de custo médio de longo prazo.

Rendimentos decrescentes de escala fazem com que o custo médio de longo prazo se eleve.

A curva de custo marginal de longo prazo localiza-se abaixo da curva de custo médio, quando o custo médio diminui e, acima, quando cresce. Portanto, o custo marginal tem de ser igual ao custo médio no ponto de custo médio mínimo.

A curva de custo médio de longo prazo é a envoltória inferior das curvas de custo médio de curto prazo.

2.3 METODOLOGIAS DE CÁLCULO DO CUSTO DE PRODUÇÃO

Normalmente, as metodologias de cálculo do custo de produção são baseadas na estrutura convencional dos custos. As fontes das metodologias referidas são como segue abaixo.

O item 2.3.1 apresenta a metodologia adotada pelo Instituto CEPA/SC para o cálculo do custo de produção das principais culturas exploradas no Estado de Santa Catarina. O Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - Epagri/Cepa é um centro especializado em informação e planejamento para o desenvolvimento agrícola, pesqueiro e florestal de Santa Catarina, localizado junto à Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural (CEPA/SC, 2009).

O CEPA/SC apresenta as planilhas de custos de produção para as principais explorações agropecuárias de Santa Catarina. Estas planilhas apresentam a discriminação de todos os componentes e seus respectivos coeficientes técnicos, possibilitando aos interessados efetuarem ajustes, adequando-as à realidade de sua exploração.

No item 2.3.2, descreve-se a metodologia de cálculo de custos de produção utilizada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). A CONAB é a empresa oficial do Governo Federal, encarregada de gerir as políticas agrícolas e de abastecimento, visando assegurar o atendimento das necessidades básicas da sociedade, preservando e estimulando os mecanismos de Mercado e apresenta uma metodologia de cálculo para o custo da produção agrícola no Brasil (CONAB, 2008).

2.3.1 Metodologias de Cálculo dos Custos de Produção das Principais Culturas Exploradas em Santa Catarina – Cepa/SC

Esta metodologia de cálculo do custo de produção utilizado pelo CEPA/SC foi elaborada por Borchardt (2004). Ela considera todas as etapas do processo produtivo desde o preparo do solo e a implantação da lavoura até a entrega do produto no mercado. A metodologia adotada pelo CEPA parte de alguns conceitos microeconômicos vistos na seção anterior. São de suma importância para a determinação dos custos alguns conceitos básicos, entre eles:

- a) Unidade de produção: Estabelecimento rural cujos recursos são dedicados à produção agrícola, sem necessariamente assumir personalidade jurídica.
- b) Coeficientes técnicos: São parâmetros indicadores do consumo de insumos e de fatores de produção utilizados nos sistemas de produção das explorações.
- c) Custo de oportunidade: A remuneração que o recurso obteria na melhor alternativa de uso.
- d) Custo direto: É o custo claramente identificável e mensurável, empregado exclusivamente na produção de uma determinada exploração.
- e) Custo indireto: É o custo arbitrariamente imputado à exploração considerada, por ser empregado em mais de uma exploração.
- f) Fatores de produção: A administração da propriedade atribui maior peso aos fatores terra, trabalho humano e capital. A mensuração contábil de cada um desses itens permite, diante das condições disponíveis, escolher o tipo de exploração agrícola economicamente mais rentável.
- g) Terra: É um bem de capital durável. As características da terra, quanto ao tipo de solo, topografia, nível de fertilidade, etc. devem satisfazer as exigências mínimas da exploração. A avaliação da terra, para efeito de cálculo dos custos de produção das diferentes explorações, se dá através de pesquisa de mercado nas principais regiões produtoras.
- h) Capital: É o conjunto de bens materiais utilizados na produção dos bens.
- i) Capital Fixo: São bens físicos de longa durabilidade, utilizados em vários ciclos produtivos (benfeitorias, máquinas, implementos, animais de trabalho, matrizes, etc.). Quanto às construções, são consideradas apenas as necessárias ao

desenvolvimento da exploração agrícola. A residência do agricultor não é considerada capital de exploração.

- j) Capital circulante: São bens empregados no processo produtivo vigente no ano considerado.

De acordo com Borchardt (2004) os componentes do custo são todos os itens de insumo e fatores de produção considerados e os coeficientes técnicos são as quantidades utilizadas em cada tipo de exploração e para cada sistema específico de produção. Os coeficientes técnicos são afetados por alguns aspectos como, por exemplo, o tipo de solo, a fertilidade, topografia, clima, tecnologias, ou ainda políticas de crédito e seguro.

Segundo Borchardt (2004) os itens considerados na estrutura de um custo de produção são discriminados a seguir:

- a) Insumos: Bens consumidos durante o ciclo de produção, por unidade de área (combustíveis, fertilizantes, pesticidas, sementes, etc.).
- b) Trabalho humano: É o esforço físico ou intelectual empregado na execução das atividades. O trabalho humano pode ser executado por três tipos de trabalhadores: trabalhador familiar, trabalhador permanente ou trabalhador eventual.

O trabalho humano considerado é aquele que é exclusivamente ocupado nas explorações compreendendo a preparação da terra, manutenção de canais e taipas, aplicação de adubos e defensivos, plantio, limpeza, colheita, transporte, seleção e classificação.

Para a remuneração da mão-de-obra familiar utiliza-se o conceito de custo de oportunidade e se arbitra uma remuneração equivalente a 1,5 salário mínimo. O custo da mão-de-obra permanente contratada é calculado com base no salário médio encontrado no mercado, acrescido de encargos sociais de acordo com a legislação pertinente. Para efeito dos custos de produção, o salário mensal do trabalhador rural contratado considera uma carga horária mensal de 22 dias úteis de 8 horas diárias.

- c) Serviços mecânicos: Serviços de máquinas, de tração motora ou por animais para as funções de distribuição e aplicação de adubos e calcários, subsolagem, gradagem, aração, plantio, aplicação de agrotóxicos, tratos culturais, irrigação e colheita. Para a determinação desses custos, utiliza-se uma planilha onde se considera os custos por depreciação, seguro e remuneração do capital investido.
- d) Assistência técnica: Refere-se a gastos para pagamento do projeto técnico e assistência técnica de exploração. Ao custo da assistência técnica atribui-se a taxa de 2% sobre os valores dos custos dos insumos, mão-de-obra, serviços mecânicos e despesas gerais.

- e) Seguros: São considerados os índices percentuais definidos no Manual de Crédito Rural do Bacen.
- f) Custos Financeiros: Os custos financeiros são compostos normalmente pelos encargos financeiros sobre o capital circulante, pelos juros sobre financiamento e os juros sobre capital de giro. Considera-se custo financeiro, portanto, a taxa de juros para recursos do crédito rural oferecido pelos bancos.

Os juros sobre o financiamento são calculados tomando-se a taxa de juros praticada pelos agentes financeiros agrícolas, considerando o período entre a semeadura e a colheita, multiplicada pela importância financiável, que varia de acordo com a cultura.

Os juros sobre o capital de giro da importância não-financiável, que se supõe assumida pelo próprio agricultor, serão remunerados pelas taxas de oportunidade semelhantes às da caderneta de poupança (6% a.a.).

- g) Despesas de comercialização: as despesas consideradas neste item são os dispêndios com a previdência recolhida ao INSS (Funrural), no valor de 2,3% sobre a receita bruta (como receita bruta considera-se o total da produção comercializada anualmente, ou, quando existir preço mínimo para o produto, o volume total produzido multiplicado pelo preço mínimo; esta contribuição é regulamentada pela lei 8.212/91, e pela lei 9.527, de 10.12.97, com a redação da lei 10.256/2001).

Considera-se ainda, as caixarias e embalagens, e o transporte externo ou o custo do transporte do produto da propriedade até a unidade armazenadora ou beneficiadora. Para efeito de cálculo, considerou-se o custo do frete num raio de 20 km.

- h) Despesas gerais: São outras despesas como, por exemplo, a energia elétrica, se esta não for compreendida no custo de máquinas e equipamentos.
- i) Manutenção de benfeitorias: Despesas de manutenção de instalações que estejam diretamente relacionadas com a produção, como galpões e cercas. O valor é, normalmente, fixado como taxa fixa sobre o valor nominal da benfeitoria.
- j) Depreciação de benfeitorias: Trata-se de uma reserva contábil para a reposição dos bens de longa durabilidade, inutilizados pelo desgaste físico ou por inovações tecnológicas. A depreciação dos bens é efetuada pelo método linear de cálculo, como a diferença entre o investimento inicial sobre a benfeitoria, menos o seu valor de sucata dividido pelo número de anos de sua vida útil.

- k) Impostos e taxas: Constituídos pelo ITR e outras taxas cobradas sobre o valor da terra (0,5%) e outros impostos, segundo as normas tributárias vigentes além do valor da anuidade em associação de produtores e taxas de licenciamento ambiental.
- l) Remuneração do capital fixo: Custo de oportunidade de aplicação do investimento total nas benfeitorias e equipamentos necessários ao empreendimento (exceto os já considerados nos custos de serviços mecânicos). Considera-se a taxa da caderneta de poupança (6% a.a.) como de remuneração de capital.
- m) Remuneração da terra: Neste item arbitra-se uma remuneração de 3,0% a.a. para a valorização do capital. A remuneração da terra também é determinada com base no custo de oportunidade.
- n) Trabalho humano fixo: Compreende a remuneração do administrador e de outros empregados necessários à manutenção do estabelecimento, incluídos também outros serviços fixos, como a contabilidade. Tais valores podem ser estabelecidos na forma de valores fixos (em número de salários mínimos) ou como percentual dos custos variáveis. Na maior parte das explorações, atribui-se o valor de 8,0% dos custos variáveis.
- o) Outros custos: Neste item podem ser considerados seguros sobre equipamentos e instalações podendo-se estabelecer um percentual sobre o somatório de equipamentos, instalações e terras.
- p) Rateios: Para os itens depreciação de benfeitorias, manutenção de benfeitorias, impostos e taxas, remuneração do capital próprio e remuneração da terra, as despesas são rateadas proporcionalmente à área de exploração ou, alternativamente, ao valor da produção.

O CEPA/SC desenvolveu uma metodologia de cálculo dos custos de produção das principais culturas exploradas em Santa Catarina tomando como base os conceitos descritos (BORCHARDT, 2004). No estado de Santa Catarina, a maior parte da produção do setor arrozeiro fica concentrada no litoral e o sistema predominante é o pré-germinado.

2.3.2 Metodologia de Cálculo de Custo de Produção da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento)

O método adotado pela CONAB (2008) busca contemplar todas as etapas do processo produtivo sendo o custo obtido através da multiplicação da matriz dos coeficientes técnicos pelo vetor de preços dos fatores a fim de obter o custo médio por unidade de comercialização das principais culturas constantes da pauta da Política de Garantia de Preços Mínimos – PGPM. Estas culturas são: algodão, arroz, feijão, milho e soja, na safra de verão, e o trigo na safra de inverno.

Seguem os procedimentos estimativos para o cálculo do custo de produção estimado pela CONAB:

a) Coeficientes técnicos de produção:

Conforme também indicado pela metodologia do Borchardt (2004), os coeficientes técnicos de produção mostram a combinação de insumos, de serviços e de máquinas utilizados ao longo do processo de produção. A matriz de coeficientes técnicos da CONAB foi originada de um projeto de pesquisa iniciado em março de 1976 pelos técnicos da então comissão de financiamento da produção – CFP e concluído em 1979, quando foram calculados os primeiros custos de produção. Esta matriz tem sido revisada de lá para cá, de modo a incorporar as inovações tecnológicas que vêm sendo adotadas pelos produtores. Para a atualização dos coeficientes técnicos, a CONAB realiza painéis nas regiões produtoras onde participam agrônomos e técnicos das cooperativas e de revendas de insumos/máquinas agrícolas, da EMBRAPA, das secretarias de Agricultura Estaduais; dos agentes financeiros, além de produtores e técnicos da CONAB.

b) Sistema de coleta de preços

É imprescindível no processo de elaboração do custo o vetor de preços dos fatores de produção, ou seja, dos insumos utilizados na cultura. Como os preços dos insumos e serviços variam ao longo do tempo, é necessário que se faça um levantamento periódico dessas variáveis. Assim, técnicos da companhia levantam informações junto aos revendedores de insumos e serviços nas Unidades da Federação seguindo um calendário estabelecido. Logo em seguida, os dados passam por tratamento estatístico, calculando-se as médias dos preços para os Estados e após este processo utiliza-se os valores no cálculo do custo de produção.

c) Adequação dos custos no tempo

Os insumos e serviços são incorporados à lavoura em períodos diferentes dado que a produção agrícola se desenvolve em etapas distintas de preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita. Assim, surge a dificuldade de mensurar os componentes fora de sua época de utilização. Por isso, às vezes incorporam-se estimativas de custo devendo estar clara a data-base ou de referência em que os cálculos estão sendo realizados.

Desta forma, a metodologia empregada pela CONAB identifica os custos de produção no tempo como custos estimados, os quais são realizados de três a quatro meses antes do início do preparo de solo, visando subsidiar as decisões de política agrícola para a safra a ser plantada ou como custos efetivos, os quais são calculados a partir de preços praticados na época de utilização de determinado insumo. Este é o custo efetivamente incorrido pelo produtor.

d) Mensuração dos componentes de custos

A metodologia de custo da CONAB busca contemplar os custos de oportunidade social adotando os critérios de divisão entre custos explícitos e custos implícitos. Os primeiros podem ser mensurados de forma direta e representam os custos desembolsados pelo agricultor no decorrer do processo produtivo como sementes, fertilizantes, agrotóxicos, mão-de-obra temporária, serviços, máquinas, juros e impostos.

Os custos implícitos correspondem à remuneração dos fatores e, portanto, não são diretamente desembolsados no processo de produção mas que não devem ser desconsiderados. Eles representam o custo de oportunidade de seu uso e são representados pelos custos pertencentes à depreciação de benfeitorias, instalações, máquinas e implementos agrícolas e remuneração do capital fixo e da terra.

e) Representatividade dos custos

Os custos calculados pela CONAB observam o comportamento médio dos padrões tecnológicos praticados no cultivo dos produtos amparados pela PGPM, bem como dos preços dos fatores de produção nas regiões do Brasil.

2.3.2.1 Detalhamento das Contas

As planilhas de custos da CONAB são organizadas separando os componentes de acordo com a sua natureza contábil e econômica. Em termos contábeis, os custos variáveis são separados em despesas de custeio da lavoura, e outras despesas que se desdobram em

despesas de pós-colheita e despesas financeiras, esta última incidente sobre o capital de giro utilizado. Da mesma forma, os custos fixos são diferenciados em depreciação do capital fixo e demais custos fixos envolvidos na produção e remuneração dos fatores terra e capital fixo.

Em termos econômicos, os componentes do custo são agrupados, de acordo com sua função na atividade produtiva, nas categorias de custos variáveis, custos fixos, custo operacional e custo total. Cabe ressaltar que o custo operacional é composto de todos os itens de custos variáveis e a parcela de custos fixos diretamente associada à implementação da lavoura. Difere do custo total apenas por não contemplar a renda dos fatores fixos, consideradas aqui como remuneração esperada sobre o capital fixo e sobre a terra. O custo total de produção compreende o somatório do custo operacional mais a remuneração atribuída aos fatores de produção.

O plano de contas elaborado pela CONAB, considerando os critérios citados acima é composto da seguinte forma:

A- CUSTO VARIÁVEL

I – DESPESAS DE CUSTEIO DA LAVOURA

- 1 – Operação com aviões
- 2 – Operação com máquinas
- 3 – Aluguel de máquinas
- 4 – Operações com animais
- 5 – Mão-de-obra temporária
- 6 – Mão-de-obra permanente
- 7 – Sementes
- 8 – Fertilizantes
- 9 – Agrotóxicos
- 10 – Despesas administrativas

II – DESPESAS PÓS-COLHEITA

- 1 – Transporte externo
- 2 – Classificação
- 3 – Recepção/Limpeza/Secagem/Armazenamento (30 dias)
- 4 – Despesas com PROAGRO

III – DESPESAS FINANCEIRAS

- 1 – Juros
- 2 – Impostos e taxas

B – CUSTO FIXO**IV – DEPRECIAÇÕES**

- 1 – Depreciação de benfeitorias e instalações
- 2 – Depreciação de máquinas e implementos

V – OUTROS CUSTOS FIXOS

- 1 – Manutenção periódica de máquinas
- 2 – Encargos sociais
- 3 – Seguro do capital fixo

C – CUSTO OPERACIONAL (A + B)**VI – RENDA DE FATORES**

- 1 – Remuneração esperada sobre o capital fixo
- 2 – Terra

D – CUSTO TOTAL (C + VI)**2.4 SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Por definição, entende-se por sistema um conjunto de ações e processos que visam a obtenção de um resultado. A adoção de um determinado sistema de cultivo deve atender às necessidades no processo produtivo a fim de minimizar custos e otimizar a produção.

Entretanto, a escolha por determinado sistema de produção depende de alguns fatores tais como condições climáticas e do solo, além da adaptação do produtor às técnicas de cada sistema. Nota-se que produtores que utilizam determinado sistema de produção possuem resistência à inovação no sentido de aderir à sistemas que possam minimizar seus custos por aversão ao risco de implantação de um sistema em relação ao qual ele não domina a técnica.

De acordo com Pauletto *et al.* (1994), a produtividade de um sistema agrícola é definida pelo seu fator mais limitante. Desta forma, o manejo de um sistema agrícola de produção nada mais é que a exploração dos limites dos fatores de produção que o compõem.

É importante ressaltar os problemas relacionados aos sistemas de produção como a baixa rentabilidade, a infestação de plantas daninhas e a subutilização do solo. Neste sentido está o foco principal dos órgãos de pesquisa a fim de buscar alternativas de manejo que possam corrigir tais problemas.

É neste contexto que se inserem novas técnicas que visam substituir o sistema tradicional de cultivo tais como sistema de cultivo mínimo, plantio direto e sistema de cultivo de arroz pré-germinado.

2.4.1 Sistema Convencional

O sistema convencional ou tradicional de cultivo é utilizado, em toda área cultivada com arroz irrigado no PR, em cerca de 45% da área cultivada no RS e de apenas 5% da área utilizada com a cultura em SC (EMBRAPA, 2005).

É um sistema bastante conhecido e, de maneira geral, envolve os preparos primário e secundário do solo, a semeadura do arroz a lanço ou em linha, com semeadoras convencionais, ou com as utilizadas em plantio direto (devidamente reguladas) e o estabelecimento de lâmina de água sobre o solo, 20 a 35 dias após a emergência das plântulas. Em geral, as atividades de preparo convencional do solo têm início no verão/outono anterior à semeadura da lavoura.

De acordo com Pauletto *et al.* (1994), o preparo primário consiste em operações mais profundas e grosseiras feitas com arado que têm por objetivo destruir as camadas compactadas, elimina as plantas daninhas e incorporar calcário e fertilizantes.

Por sua vez, o preparo secundário consiste em operações mais superficiais com grades e plainas que visam nivelar, destorrar, destruir crostas superficiais, adicionar produtos agroquímicos e fertilizantes e eliminar as plantas daninhas, gerando um ambiente favorável para o plantio da cultura desejada. Pauletto *et al.* (1994) ressalta que todas essas atividades de intensa mecanização agrícola do manejo do solo no sistema convencional, tanto de preparo de solo como de controle de invasoras e colheita, concorrem para a deformação da estrutura do solo.

Outra etapa do preparo secundário para a cultura do arroz irrigado é a sistematização do solo, que pode ser definida, como processo de adequação na superfície natural do terreno, de forma a transformá-la numa superfície plana ou numa superfície curva, sendo que a superfície plana pode ser construída com ou sem declive, conforme o objetivo específico (EMBRAPA, 2005).

A sistematização do solo contribui, muitas vezes, para a compactação do solo e diminui o número de passadas de grade para o destorroamento final do solo. Assim, no final da sistematização do solo, no outono anterior à fase de implantação da cultura,

complementadas com as drenagens necessárias para eliminar a água que possa se acumular na superfície, o solo não permanecerá encharcado durante o inverno, o que permitirá a finalização de seu preparo mais cedo na primavera e a semeadura na época mais indicada. Tal processo final é, normalmente, realizado com grades niveladoras.

Um aspecto importante no preparo do solo é a umidade ideal, pois com uma umidade acima do ideal, poderá causar danos físicos na estrutura da compactação onde trafegam as rodas do trator. Na situação oposta, não haverá problemas nas estruturas, mas poderá ter formação de torrões grandes, e difíceis de serem quebrados, exigindo, assim, maior consumo de combustível e de tempo.

Os implementos mais utilizados no preparo primário do solo são os arados de disco e aiveca, grade aradora e enxada rotativa, sendo o arado de disco o mais utilizado no Brasil. O arado de disco apresenta como principal vantagem uma maior versatilidade de uso, mistura melhor o solo, rompe camadas compactas e apresenta melhor aproveitamento em solos argilosos. Dentre as principais desvantagens pode-se destacar alto consumo de combustível, rendimento de trabalho baixo e deixa a superfície do solo livre de restos vegetais e geralmente não penetra bem quando há restevias úmidas na superfície do solo e exige maior potência de trator (MAZUCHOWSKI; DERPSCH, 1984 *apud* PAULETTO *et al.*, 1994).

De acordo com EMBRAPA (2005), a grade trabalha, em geral, de 10 a 12 cm de profundidade, não conseguindo romper as camadas compactadas e provoca a formação do pé-de-grade logo abaixo da profundidade do corte. As camadas compactadas, por sua vez, acabam causando inúmeros problemas, principalmente, quando o objetivo é implantar culturas de sequeiro na seqüência ao arroz irrigado.

A enxada rotativa tem por objetivo realizar em uma só operação a lavração e a gradagem, dado que a alta rotação das enxadas provoca fortes impactos contra o solo, desintegrando quase que totalmente seus agregados tornando-os sujeitos aos processos de erosão. Tal fato, associado à possibilidade de formação de uma camada impermeável próxima à superfície do solo, faz com que não se recomende o uso contínuo desse implemento numa mesma área.

A utilização da enxada rotativa é de grande valia quando o objetivo visa incorporar restos de culturas e plantas daninhas ou no acabamento para melhorar a qualidade da aração. As vantagens do equipamento são a facilidade do uso, boa mistura e nivelamento do solo; entretanto, a enxada rotativa causa alto grau de pulverização do solo, não consegue quebrar as camadas compactadas que ocorrem nas profundidades, o rendimento do trabalho é muito

baixo, requer alta potência do trator e apresenta alto consumo de combustível (PAULETTO, *et al.*, 1994).

No preparo secundário do solo, os implementos utilizados são as grades de discos e de dentes buscando destorroar, nivelar e adensar o solo. As grades além de serem utilizadas na aração, podem ser utilizadas antes da aração, para picar o material existente na superfície, para destruir plantas daninhas no estágio inicial do desenvolvimento e para o enterrio de sementes, adubos e corretivos distribuídos a lanço.

Por fim, de acordo com Kayser (1996), a semeadura é realizada em solo seco (a lanço ou em linha).

2.4.2 Plantio Direto

A utilização dos sistemas de plantio direto bem como o sistema de cultivo mínimo na cultura do arroz irrigado na região subtropical do Brasil teve como objetivo inicial o controle do arroz-vermelho, de modo que nem todos os princípios básicos do sistema são praticados em sua plenitude. Nas variantes mais utilizadas do arroz irrigado, plantio direto, com preparo do solo no verão, e cultivo mínimo, com preparo do solo no inverno-primavera, ocorre um revolvimento reduzido do solo, antecipado à semeadura da cultura. Do mesmo modo, a rotação de culturas é uma prática ainda pouco adotada em solos de várzea (EMBRAPA, 2005).

Atualmente, os sistemas de cultivo mínimo e plantio direto vêm proporcionando outros benefícios para a atividade arroseira além de mitigar o problema do arroz-vermelho, fazendo com que a adoção do sistema tenha crescido no Rio Grande do Sul.

Para Kayser (1996), o sistema de plantio direto é um sistema executado sem as operações primárias e secundárias do solo, realizado com semeadeiras especiais de plantio direto, sobre uma cobertura vegetal previamente dessecada por herbicidas específicos.

O plantio direto segundo Curi (1993 *apud* PAULETTO *et al.*, 2004, p. 91) é definido como o sistema de semeadura, na qual a semente é colocada diretamente no solo não revolvido com a utilização de máquinas especiais. Utiliza-se uma pequena cova de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo, de modo que no máximo 25 a 30% da superfície do solo sejam movimentados.

Este sistema de produção tem como princípios básicos a mínima movimentação do solo, a permanente cobertura do mesmo e o uso de herbicidas de ação total para a formação da cobertura morta visando à conservação do solo. De acordo com a Sociedade Sul-Brasileira de

Arroz Irrigado (2007), o plantio direto de arroz irrigado na várzea está mais relacionado ao controle do arroz vermelho e à redução dos custos de produção, do que à conservação do solo.

Entretanto, de acordo com Pauletto *et al.* (1994), mais recentemente, foi associado ao conceito de plantio direto a rotação de culturas – prática agrícola que garante a continuidade do sistema – pois o plantio direto não é economicamente sustentável quando realizado em monocultivo.

No que se refere ao preparo do solo, tal procedimento é realizado nos meses de janeiro a março e, basicamente, envolve uma aração, duas gradagens e aplainamento. Não há a necessidade de desmanchar os torrões por completo, pois, como a semeadura do arroz é realizada após alguns meses, esta tarefa é completada pelas chuvas de inverno (EMBRAPA, 2005).

O procedimento de preparo do solo antecipado visa corrigir pequenas imperfeições de microrrelevo, preparar a superfície do solo para receber as sementes de arroz e, principalmente, estimular a germinação e emergência de sementes de plantas daninhas, como as de arroz vermelho preto, num período que estas não possam concorrer com a cultura do arroz (EMBRAPA, 2005).

O entaipamento prévio deve ser realizado após o preparo do solo com taipas de perfil suaves com base larga e menor altura do que as taipas convencionais. Cabe ressaltar que o procedimento não causa danos nas demais práticas dado que se as taipas forem bem construídas, são capazes de suportar o trânsito de máquinas e implementos agrícolas.

Segundo Píffero (2009), uma forma de realizar este sistema de cultivo é aproveitar áreas que já foram danificadas por já terem sido plantadas e que, entretanto, possuem taipas e condutos, sendo necessário apenas um remonte, o que dispensa as operações de nivelamento e de preparo de solo, reduzindo bastante o custo de produção, havendo, inclusive, reavaliação do parque de máquinas.

Não obstante, além dos procedimentos acima descritos, deve-se implantar uma forrageira de inverno como o azevém, que é a mais utilizada, ou ainda, a aveia preta, o trevo persa, trevo branco e lotus “El Rincon”.

Na dessecação da cobertura vegetal deve-se aderir ao uso de herbicidas sistêmicos de ação total. Segundo EMBRAPA (2005) os herbicidas não possuem atividade no solo, possibilitando, após aplicação, a semeadura de qualquer cultura na área tratada.

Os herbicidas dessecantes de ação total mais utilizados são o glifosate e o sulfosate. As variações das doses estão condicionadas ao tipo de planta daninha, às condições nas quais estas se encontram e ao teor de umidade do solo.

Ao passo que os produtores vêm se especializando e adquirindo experiência na adoção dos sistemas de cultivo tanto de plantio direto quanto de cultivo mínimo, torna-se possível a redução das doses de herbicidas utilizadas no manejo da cultura dada a associação destes com o final do ciclo da espécie utilizada, ou com o manejo mecânico.

Outro aspecto importante no sistema de plantio descrito é o processo de drenagem e irrigação que pode ser formado por uma série de drenos superficiais estreitos com o uso de valetadeiras especiais que desembocam em drenos secundários maiores, os quais são ligados a drenos principais.

A irrigação do arroz, tanto no plantio direto quanto no cultivo mínimo se assemelha àquela utilizada no sistema de plantio convencional. Porém, de acordo com EMBRAPA (2005), determinados produtores vêm antecipando a época de início de alagamento do solo, objetivando, com isso, utilizar a água como uma barreira física para o controle de plantas daninhas.

O processo de adubação segue basicamente as recomendações para o sistema convencional de plantio, no entanto, quando for cultivada uma pastagem de inverno, a adubação deve ser realizada de modo que o arroz se beneficiaria de forma residual em se tratando de fósforo e potássio.

Finalmente, na semeadura da cultura do arroz irrigado, cabe ressaltar que uma alta população de plantas não é determinante para rendimentos altos visto que, embora o número de panículas possa ser maior, estas são constituídas por um número menor de espiguetas com peso menor de grãos.

Considerando que inúmeras variáveis exercem influência sobre a germinação da semente tais como solo, clima, cobertura vegetal e cultivar, de modo geral, segundo recomendações de EMBRAPA (2005), é necessária uma quantidade de 200 a 300 plantas de arroz por m² uniformemente distribuídas.

Um ponto interessante diz respeito à forte tendência de redução de plantas daninhas anualmente no sistema de plantio direto. Entretanto, nota-se o aumento das perenes de difícil controle genericamente chamadas de gramas boiadeiras e que prejudica, em parte a adoção do sistema de plantio direto.

De acordo com Piffero (2009), dentre algumas vantagens do sistema de plantio direto têm-se a boa umidade para o nascimento, menor custo de produção, racionalização do uso dos insumos, melhor uso do solo e baixa imobilização de capital pela menor necessidade de maquinário.

Reduzir a circulação de maquinários e mobilizar o solo em menor escala, por exemplo, são fatores que agem diretamente sobre a recuperação e conservação da estrutura e da fertilidade do solo corroborando para uma melhor qualidade.

O tempo de máquina necessário, por exemplo, para a execução das atividades do preparo do solo à colheita no sistema convencional situa-se em torno de 9,8 horas/ha, enquanto que nos sistemas de plantio direto e cultivo mínimo, fica em torno de 5,2 horas/ha para trator de 100 HP.

No sistema PD pode ocorrer uma melhor integração entre a agricultura e a pecuária, uma vez que a pecuária pode ser conduzida sobre uma pastagem de melhor qualidade, durante os meses críticos do ano em termos alimentares. Ademais, a permanência dos animais por maior tempo na pastagem, resulta em maiores retornos econômicos (EMBRAPA, 2005).

Píffero (2009) observa que havendo a capacitação da mão de obra, não há desvantagens na adoção do referido sistema. Entretanto, EMBRAPA (2005) aponta como fatores limitantes à expansão tanto do sistema de plantio direto quanto de cultivo mínimo o elevado índice de arrendamento da terra, investimento inicial elevado, dificuldades no controle de gramas perenes, dificuldades no estabelecimento de rotação de culturas, problemas de drenagem, colocação de adubo junto a sementes, entre outras.

2.4.3 Sistema de Cultivo Mínimo

O sistema de cultivo mínimo se caracteriza pela menor mobilização do solo quando comparado ao sistema convencional. Na cultura do arroz irrigado, os trabalhos de preparo do solo podem ser realizados tanto no verão como no final do inverno e no início da primavera, sendo, neste último caso, com uma antecedência mínima que permita a formação de uma cobertura vegetal (PAULETTO *et al.*, 1994).

Conforme descrito na seção anterior, no plantio direto o preparo do solo se dá no verão e no cultivo mínimo o preparo do solo se dá no inverno-primavera, com revolvimento reduzido do solo antecipado à semeadura da cultura. O sistema de cultivo mínimo, assim como o sistema de plantio direto, teve como objetivo inicial o combate ao arroz vermelho.

No cultivo mínimo, as operações de preparo do solo são semelhantes às realizadas no plantio direto, diferindo apenas na época de realização, visto que estas ocorrem do final do inverno ao início da primavera, de 60 a 45 dias antes da sementeira.

O solo é preparado somente com a aplicação de herbicidas de ação total e realizado antes da sementeira, afim de que neste intervalo de tempo haja a eliminação de plantas nativas que venham a crescer durante este tempo.

O preparo restrito do solo e a manutenção de resíduos culturais sobre o terreno, contemplados no sistema de cultivo mínimo do solo, exercem pronunciados efeitos sobre a conservação e fertilidade dos solos e, conseqüentemente, sobre o estoque de nutrientes do ecossistema, a curto e longo prazos. A economia de nutrientes é muito beneficiada pela redução de perdas por erosão, hídrica e eólica, lixiviação e volatilização (GONÇALVES, p. 56, 1995).

De acordo com Píffero (2009), este sistema de plantio visa corrigir as pequenas saliências e depressões do terreno. Em solos considerados leves, com textura fraca, realiza-se de 2 a 3 gradagens de niveladora com posterior passagem de plaina.

O entaipamento é realizado durante esta etapa deixando o talhão preparado para o nascimento de plantas indesejáveis e aplicação do herbicida total. Este preparo é feito normalmente 60 dias antes do plantio podendo, no caso de disponibilidade de área com descanso, ser efetuado no verão, colocando-se uma cultura de inverno como cobertura de solo (PÍFFERO, 2009).

As taipas devem ser de base larga e de perfil baixo para possibilitar a passagem de máquinas e tratores sem danos à sua estrutura, se bem construídas. Assim, a sementeira do arroz pode ser realizada sobre a taipa previamente construída com máquinas que permitem tal procedimento.

De acordo com EMBRAPA (2005), no sistema de cultivo mínimo, a cobertura é formada pela flora de sucessão que se estabelece após o preparo do solo, predominando, normalmente, arroz-daninho e o capim-arroz. Para solos de várzea, 2 a 3 toneladas de matéria seca por hectare são suficientes para que se tenha uma adequada cobertura para implantação, tanto do cultivo mínimo, como do plantio direto. Quantidades maiores, além de dificultarem a evaporação da água do solo, podem produzir ácidos orgânicos em níveis tóxicos ao arroz.

De acordo com Píffero (2009), no Rio Grande do Sul, são plantadas azevém e aveia na maioria dos casos, ficando determinado como cultivo mínimo com preparo de verão. O plantio é feito somente com plantadeiras de plantio direto em linha.

Na dessecação da cobertura vegetal são empregados herbicidas de ação total, atuando em plantas anuais ou perenes e em folhas largas e estreitas. A dessecação é realizada com o herbicida glifosate e o sulfosate.

Para plantas anuais são utilizadas dosagens de 2 a 4 litros/ha, enquanto que para plantas perenes deve-se usar uma dose maior, entre 4 e 6 litros/ha. Essas variações de doses estão relacionadas, principalmente, ao tipo de planta daninha, às condições nas quais estas se encontram e ao teor de umidade do solo (EMBRAPA, 2005).

A irrigação e a adubação da cultura do arroz irrigado, descrita no item anterior, nos sistemas de cultivo mínimo e plantio direto assemelham-se àquelas utilizadas no sistema convencional.

A semeadura é realizada diretamente sobre a cobertura vegetal previamente dessecada com herbicida, sem o revolvimento do solo. Dessa forma, a incidência de plantas daninhas, principalmente o arroz vermelho, é bastante reduzida (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2007).

De acordo com EMBRAPA (2005), as cultivares modernas apresentam alta capacidade de perfilhamento, podendo compensar um menor número de plantas por área, através da emissão de um maior número de perfilhos. Por outro lado, uma alta população de plantas não garante altos rendimentos, pois nesta condição, embora o número de panículas possa ser maior, estas são constituídas por um número menor de espiguetas, com menor peso de grãos, sendo necessária uma quantidade de 200 a 300 plantas de arroz por m².

De acordo com EMBRAPA (2005), em relação às vantagens econômicas apresentadas pelo plantio mínimo, elas são semelhantes às do plantio direto, devendo-se principalmente ao baixo custo de produção.

Píffero (2009) ressalta que no sistema de cultivo mínimo obtém-se melhor aproveitamento do parque de máquinas e da mão de obra, realizando as tarefas em um período que o maquinário não é normalmente utilizado. Além disso, o uso de novas tecnologias permite a racionalização do uso dos insumos.

Por outro lado, o sistema de cultivo mínimo não possui grandes desvantagens, uma vez que os possíveis problemas podem ser solucionados com uma melhor orientação da propriedade.

2.4.4 Sistema Pré-Germinado

O sistema pré-germinado apresenta diferenças em relação aos outros sistemas de semeadura principalmente pelo uso de sementes pré-germinadas e pelo preparo do solo onde o diferencial reside na necessidade de formação de lama, e a maioria das operações são feitas com solo inundado.

Este sistema de plantio é apontado como uma das alternativas ao combate do arroz vermelho. Para Kayser (1996), esta vantagem é de extrema importância para o aumento da produtividade.

Além da maior eficiência no controle do arroz vermelho, o sistema pré-germinado apresenta menor dependência do clima para o preparo do solo e semeadura, menor consumo de água para irrigação e permite o planejamento mais efetivo das atividades da lavoura.

Basicamente, segundo Pauletto *et al.* (1996), as operações de preparo estão divididas em duas fases principais. A primeira fase aprimora a camada superficial para a formação de lama, isto pode ser feito com o solo seco ou já inundado e compreende as seguintes técnicas: aração em solo úmido, seguindo-se o destorroamento sob inundação com enxada rotativa ou com microtrator; aração seguida de destorroamento com grade de disco ou enxada rotativa em solo seco; uso de enxada rotativa sem aração, de preferência em solo inundado, repetindo-se a operação para formar a lama sem deixar restos de plantas daninhas.

A segunda fase compreende o nivelamento e o alisamento da lama, através da utilização de pequenos tratores ou de pranchões de madeira. Conforme EMBRAPA (2005), a sistematização da área é um importante requisito para o sistema, de modo que adota-se quadros fixos, regulares e em geral de pequenas dimensões. Em algumas situações de topografia é viável utilizar as áreas entre taipas em curvas de nível.

Deve-se levar em consideração alguns aspectos tais como: pré-germinação da semente, controle efetivo da irrigação e drenagem, uso de equipamentos adequados e utilização de sementes isentas de arroz vermelho.

Quanto ao preparo do solo, no Rio Grande do Sul, em função de as áreas serem mais extensas, este procedimento deve ser realizado sempre em condições de solo seco com uma ou duas arações. A água pode ser utilizada nos procedimentos de acabamento da superfície do solo. Na entressafra a área deve ser mantida o mais drenada possível.

Após a fase de preparo do solo segue a fase de adubação que consiste na aplicação de nitrogênio em seguida da aplicação de fósforo e potássio devendo-se observar as condições climáticas para o procedimento além das recomendações de pesquisa.

O processo de pré-germinação das sementes compreende a hidratação que consiste na imersão das sementes, normalmente 25 a 30 quilos em água por 24 horas acondicionadas em embalagens de polipropileno trançado e a incubação, que nada mais é do que colocar as sementes à sombra por 24 a 36 horas.

A melhor época de semeadura para arroz irrigado no Rio Grande do Sul compreende o período de 21 de setembro a 10 de dezembro, dependendo da região e do ciclo da variedade. Como parâmetro geral recomenda-se 150 Kg/hectare de sementes viáveis (corrigir a % de germinação para 100%) para semeaduras até final de outubro e 125 por hectare para semeaduras a partir de novembro. Para variedades pouco perfilhadoras recomenda-se 200 Kg/hectare (EMBRAPA, 2005).

A semeadura é realizada em solo com lâmina de água de 5 a 10 cm, sendo recomendável que seja feita no período do dia em que o vento seja mínimo e que a água dos quadros esteja limpa. No RS, em função do tamanho da lavoura, esta operação pode ser feita manualmente ou através de semeadoras a lanço e aviões agrícolas (EMBRAPA, 2005).

Dentre os principais problemas apresentados pelo cultivo do sistema pré-germinado, pode-se citar a destruição do solo e sua impossibilidade futura de utilização das áreas para outras culturas, além de ataques de pássaros e a ocorrência de ventos fortes que deslocam as sementes para determinados locais nos tabuleiros.

As diferenças nas etapas de cada sistema de produção corroboram para a análise por parte do produtor de qual o sistema empregar dadas as características físicas de sua propriedade bem como o sistema de produção que melhor se adéqua proporcionando menor custo, maior rentabilidade e, ainda, menor grau de risco¹ associado.

¹ Será abordado no próximo capítulo.

3 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO E O RISCO NA AGRICULTURA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O referido capítulo traz uma revisão de literatura sobre o processo decisório nas organizações e o risco existente em cada decisão tomada considerando-se que existe incerteza nos processos. Explanou-se uma revisão de literatura acerca das teorias de tomada de decisão bem como da incorporação do risco atrelado à incerteza nessas decisões.

Em seguida, foram descritos alguns trabalhos empíricos que incorporaram as teorias do processo decisório em atividades agrícolas e trabalhos que consideraram o risco em situações na presença de incerteza.

3.2 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO NAS PROPRIEDADES RURAIS

As propriedades rurais se inserem em um meio cada vez mais complexo, sendo necessário olhar para estas organizações de maneira sistêmica a fim de minimizar riscos e conseqüentes perdas em termos de produtividade, por exemplo. Na visão de Soares (2000) deve-se analisar minuciosa e criteriosamente as diversas etapas que compreendem o processo decisório a fim de escolher a melhor alternativa para a produção.

Conforme Simon (1970), o desenvolvimento da teoria da tomada de decisão permite analisar a racionalidade dos produtores uma vez que, para Simon, o agente econômico não é um maximizador, mas procura encontrar objetivos satisfatórios, optando por alternativas que estejam de acordo com determinados critérios, podendo não ser a única, nem a melhor.

Para a compreensão dos aspectos relacionados ao processo de tomada de decisão do produtor rural é necessário compreender o processo por meio da análise das teorias de tomada de decisão. A visão sistêmica vislumbra uma necessidade imposta ao produtor rural de olhar de forma sistêmica, tanto para dentro do seu sistema de produção quanto para fora, o que se chama de macro ambiente. O conceito sistêmico, de acordo com Morin (1987 *apud* DUTRA; MACHADO; RARTHMAN, 2008), exprime simultaneamente unidade, multiplicidade,

totalidade, diversidade, organização e complexidade, importando, portanto, esclarecer as relações entre as partes e o todo, onde cada termo remete para o outro.

Com base neste conceito, conforme Luhmann (1997) e Bertalanffy (1976 *apud* DUTRA; MACHADO; RARTHMAN, 2008), é evidente a necessidade de o produtor adaptar-se ao meio, sendo influenciado por inúmeras variáveis e sujeito a altos níveis de risco e incerteza, devendo ter conhecimento tanto de elementos internos quanto de elementos externos.

Além de cuidar de seu sistema interno, seria necessário cuidar do setor externo e perceber quais as tendências favoráveis. Com isso, houve a introdução de uma administração estratégica, um ambiente de competição empresarial por meio de algumas premissas. Dutra, Machado e Rarthmann (2008), salientam a necessidade de desenvolvimento das capacidades e aprendizagem por parte do produtor rural, acreditando na implementação de alianças estratégicas com outros produtores.

Neste contexto, Barney (1991 *apud* DUTRA; MACHADO; RARTHMAN, 2008) destaca a teoria das vantagens comparativas: a vantagem pode ser obtida na introdução de uma nova estratégia no meio de cultivo, no transporte, ou mesmo na comercialização. Algumas características são necessárias para que os recursos sejam potenciais fontes de vantagem competitiva sustentável²:

Potencial de valor: os recursos devem ser capazes de explorar oportunidades ou neutralizar ameaças expostas no ambiente de tal forma que permita à organização obter redução de custos ou incremento de receitas;

Escassez: os recursos escassos podem garantir a sustentabilidade da vantagem competitiva;

Serem imperfeitamente imitáveis: organizações que não possuem um determinado recurso devem enfrentar dificuldade financeira para obtê-lo em relação àquelas que já possuem o recurso;

Serem imperfeitamente substituíveis: quando não existem recursos capazes de implementarem as mesmas estratégias, ainda que de forma similar.

Identificando as competências existentes, é possível escolher a estratégia que melhor utilize seus recursos e explore suas oportunidades de maneira competitiva. Contudo não basta apenas ter vantagens comparativas na produção, mas é necessário ter uma boa dinâmica competitiva,

² Citado por Dutra, Machado e Rarthmann (2008).

ou seja, uma boa aliança estratégica com decisões semelhantes e que seja de longo prazo para se protegerem das ameaças.

Existem alguns fatores que podem influenciar a tomada de decisão como questões econômicas, opções tecnológicas, questões ecológicas, a própria incerteza e insegurança do agricultor, as restrições orçamentárias para a produção, a falta ou existência de crédito, imprevisões climáticas e aspectos biológicos.

Com isso existem dois tipos de tomada de decisão na visão de Simon (1970), as decisões programadas ou estruturadas que são freqüentes e rotineiras, são as decisões tomadas pelos funcionários, questões simples de situações previamente conhecidas e as decisões não programadas e não estruturadas, que envolvem maior dificuldade por ser um fato novo e que é feita pelo dono.

A tomada de decisão ainda é acrescida de um fator extremamente importante, a tomada de decisão do próprio consumidor final, e quando se sabe quais são suas necessidades e seus desejos é que o produtor se posiciona, ou seja, ele procura conciliar o ciclo produtivo das culturas às exigências do mercado.

A introdução de alguns ativos para o investimento no bem final é positiva para o melhoramento da produção, como: recursos físicos, recursos humanos e recursos organizacionais. O resultado mais favorável se encontra na interação desses recursos, que trazem as vantagens comparativas como: insumos que melhorem a produção e reduzam custos; utilização de recursos raros que gera a quem os possui uma vantagem; utilização de algum novo recurso que apenas aquele agricultor conheça e que seja de difícil acesso aos outros.

Além de envolver mais de uma área da organização, as decisões estratégicas, na agricultura ou qualquer outra organização, geralmente requerem a obtenção e a alocação de recursos dimensionados, envolvendo um longo período de tempo. Em consequência, as decisões estratégicas são orientadas para o futuro, como ramificações a longo prazo (WRIGHT; KROLL; PARNER, 2000).

Lara (1991 *apud* RAMBO; MACHADO, 2009), destaca a conexão entre os fatores: informação – formação – decisão – liberdade. Em seu trabalho, Lara (1991) defende que quanto maior a formação e a quantidade de informação em torno de situações decisórias, maior a liberdade na tomada de decisão, possibilitando o atendimento da racionalidade e dos objetivos que se almeja (RAMBO; MACHADO, 2009).

De acordo com Whellwright (1984 *apud* SOARES, 2000) essas etapas referem-se a nove categorias de decisão que visam a facilitar a visualização e o controle das variáveis que

compõem o processo de tomada de decisão da área de produção, objetivando a homogeneização dos sistemas produtivos que seguem: capacidade; instalações; tecnologia, integração vertical e relação de fornecedores; recursos humanos e qualidade.

Na produção agrícola, a complexidade dos processos é acentuada devido a fatores tais como sazonalidade na produção, influência das variações climáticas, perecibilidade de produtos e influência de fatores biológicos inerentes à armazenagem e processamento dos produtos. Desta forma, o produtor rural necessita, cada vez mais, ter capacidade adaptativa para enfrentar os altos níveis de incerteza e risco oferecidos pelo ambiente (DUTRA; MACHADO; RARTHMAN, 2008).

Na teoria econômica clássica, o processo de tomada de decisão se baseia em alternativas ótimas através de modelos e regras de maximização de lucros ou minimização de custos, entretanto há outros fatores a serem analisados que não são considerados em uma maximização de lucros; não obstante, no Brasil ainda existem poucos estudos voltados para os fatores que influenciam a tomada de decisão dos produtores rurais.

Ainda assim, a agricultura ganha um espaço significativo quando se fala em processo decisório, justamente a partir da década de 90 quando a abertura econômica que impactou em grandes mudanças no ambiente agrícola brasileiro. Esta dinâmica faz com que o produtor rural precise ter conhecimento na busca de competitividade no setor.

Sabidamente, o produtor rural é um tomador de preços e, em decorrência desta característica da estrutura de mercado competitiva a qual pertence, além dos riscos climáticos, a produção está exposta a flutuações dos preços recebidos pelos produtores dado que a demanda interna é pouco variável.

Dentro deste contexto, ressalta-se a Teoria da Contingência, a qual consiste em compreender o relacionamento entre organização e ambiente mostrando a existência de uma relação funcional entre as condições do ambiente e as técnicas administrativas apropriadas para o alcance dos objetivos da organização (DALCIN *et al.*, 2009). Tal técnica de administração visa o objetivo de dar suporte às estruturas de mercado no que tange o conhecimento das relações organizacionais.

Por fim, as técnicas de tomada de decisão foram aprimoradas e sofisticadas no decorrer do tempo com o auxílio da matematização considerando riscos e incertezas que o agricultor deve considerar sendo a simulação, uma das ferramentas principais para tratar fatores aleatórios que interferem no processo decisório.

3.3 A INCORPORAÇÃO DO RISCO

No processo de tomada de decisão na agricultura, o risco exerce papel crucial. A agricultura atua sob risco na produção afetando diretamente o produtor rural no que diz respeito à produtividade e renda.

De acordo com USDA (2009), o risco é um aspecto importante da atividade agrícola. A renda agrícola pode ser afetada por inúmeros fatores associados às incertezas do clima, produtividade, preços, políticas de governo, mercados mundiais, dentre outros.

Santos e Campos (2000) corroboram ressaltando que os riscos de caráter bioclimáticos ou econômicos estão relacionados à ocorrência de pragas, doenças, excesso ou escassez de umidade e problemas de mercado de insumos e produtos, entre outros, que influenciam nos resultados econômicos ou financeiros de um investimento agrícola.

A palavra risco é derivada do italiano antigo *risicare* que significa ousar, arriscar. Assim, o risco pode ser entendido como uma opção e não como um destino (BERNSTEIN, 1997 *apud* BURGO, 2005). O risco nada mais é do que a possibilidade de perda financeira. A palavra risco é usada como sinônimo de incerteza, e refere-se à variabilidade dos retornos associados a um ativo (GITMAN, 2004).

O risco é um termo impossível de ser eliminado dos projetos a serem implantados e, sendo assim, é necessário mensurá-lo a fim de minimizar perdas. De acordo com Woiler e Mathias (1996), quando os possíveis estados futuros das variáveis em questão em um determinado projeto e suas probabilidades forem conhecidos ocorre a existência de risco. Se o comportamento dessas variáveis não for identificado, diz-se que há incerteza.

Sob condições de incerteza existem basicamente três alternativas para a solução dos problemas: uso de regras de decisão às matrizes de decisão; análise de sensibilidade quando não se dispõe de qualquer informação sobre a distribuição de probabilidades e; simulação quando se dispõe de alguma informação para que ela possa transformar a incerteza em risco (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 1998). Quando se utiliza modelos determinísticos para avaliar a produtividade, exclui-se o risco. Em frente a esse cenário, há a necessidade de formular modelos que o incorporem.

De acordo com Lazarotto *et al.* (2009), o termo de risco pode ser definido como uma medida do grau de incerteza acerca dos possíveis eventos futuros, ou uma situação em que há probabilidade de perda ou ganho, sendo caracterizado como incerto, porém previsível.

Para determinar retornos econômicos deve-se considerar fluxos de receitas e custos ao longo do tempo. Variáveis utilizadas com valores desconhecidos e inconstantes, no mundo real são variáveis aleatórias, ou seja, existe um grau de incerteza na estimativa dessas variáveis. Assim, as decisões tomadas na atividade agrícola devem levar em consideração o grau de incerteza ou risco associado.

A análise de risco pode ser realizada com base em dois procedimentos: a análise de sensibilidade, menos robusta e mais limitada que compara riscos de projetos utilizando indicadores como o indicador de coeficiente de variação e a análise de probabilidade, a qual é mais sofisticada e permite a análise de forma mais adequada.

A análise de sensibilidade recorre a diversas estimativas de retornos possíveis para oferecer uma noção de variabilidade dos resultados. Um método comum consiste em fazer uma estimativa pessimista, mais provável e otimista dos retornos associados a um ativo. E, neste caso, o risco do ativo pode ser medido pela amplitude dos retornos. A amplitude é encontrada subtraindo-se o resultado pessimista do resultado otimista. Quanto maior ela for, maior será a variabilidade, ou seja, o risco do ativo (GITMAN, 2004).

As distribuições de probabilidade, por sua vez, fornecem uma análise quantitativa, enquanto que a análise de sensibilidade permite apenas oferecer uma noção ao produtor do comportamento dos retornos para estimar o risco. De acordo com Gitman (2004), uma distribuição de probabilidades é um modelo que associa probabilidades aos eventos correspondentes.

Existem duas medidas estatísticas³ capazes de mensurar o risco de um ativo. São elas o desvio-padrão e o coeficiente de variação. O indicador mais comum do risco de um ativo é o desvio-padrão, o qual mede a dispersão em torno do valor esperado. O valor esperado do retorno é o retorno mais provável de um ativo e é representado pela seguinte expressão:

$$\bar{k} = \sum_{j=1}^n k_j * Pr_j \quad (1)$$

em que k_j é o valor do retorno esperado na ocorrência j ; Pr_j é a probabilidade da ocorrência j e n é o número de ocorrências consideradas.

O cálculo do desvio-padrão é dado pela seguinte expressão:

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{i=j}^n (k_j - \bar{k})^2 * Pr_j} \quad (2)$$

³ Conforme Gitman (2004, p. 190).

onde σ_k representa o desvio-padrão dos retornos. Normalmente, quanto maior o desvio-padrão, maior o risco.

Já o coeficiente de variação, CV , é uma medida de dispersão relativa útil na comparação de riscos de ativos com retornos esperados diferentes, como segue abaixo:

$$CV = \frac{\sigma_k}{k} \quad (3)$$

e quanto maior o coeficiente de variação, maior o risco.

A administração de riscos diz respeito a análise e seleção de alternativas para reduzir os efeitos que podem ser ocasionados pelos tipos de riscos existentes. Requer a administração de riscos, tipicamente, a avaliação e o entendimento dos riscos a serem gerenciados, dos retornos esperados e outras variáveis (BURGO, 2005).

Conforme Pereira, Arêdes e Teixeira (2007), além das análises de retorno, decisões de produção sofrem influência de outros fatores, como no processo agrícola onde não existe a possibilidade de prever intempéries relacionadas ao clima devendo-se considerar determinado grau de incerteza e risco na tomada de decisão. Assim, produtores que possuem aversão ao risco, por exemplo, de acordo com Burgo (2005), podem preferir um rendimento médio mais baixo em troca de um risco mais baixo.

Na agricultura, conforme USDA (2009) deve-se considerar variantes de risco tais como: os riscos de produção, preço ou risco de mercado, risco financeiro e risco institucional. Os riscos de produção são derivados das incertezas dos processos de crescimento natural das plantas e animais. Fatores como as condições climáticas, as doenças, pragas e outros afetam a quantidade e a qualidade das mercadorias produzidas. Os riscos de mercado referem-se à incerteza sobre os preços que os produtores vão receber pelas mercadorias ou os preços que devem pagar pelos insumos utilizados na produção. Riscos financeiros, por sua vez, são riscos que estão ligados à perspectivas de empréstimos e disponibilidade de crédito. Riscos institucionais resultam das incertezas quanto a ações do governo como leis fiscais e nível de preços ou subsídios.

Pereira, Arêdes e Teixeira (2007), afirmam que os riscos mais comuns considerados na agricultura são os de mercado e os de produção já que os riscos de mercado estão associados à oscilação de preços enquanto que os riscos de produção são responsáveis pela oscilação de produtividade.

A condução de análises que considerem o risco na agricultura é dificultada pela raridade de dados, com dimensão suficiente para caracterizar uma distribuição de probabilidade (JUST E POPE, 2003 *apud* MARQUES; FRIZZONE, 2005).

3.4 ESTUDOS EMPÍRICOS

Davis (1988 *apud* DUTRA; MACHADO; RARTHMAN, 2008) apontou em seu trabalho, 5 fatores capazes de influenciar a tomada de decisão de uma organização: 1) fatores operacionais, sendo eles mão-de-obra, recursos e meios de produção bem como habilidade dos produtores e funcionários; 2) fatores organizacionais, relacionados à questões como imagem, estruturação e políticas internas; 3) fatores externos, compreendendo o ambiente exterior à organização como dinâmica do mercado e aspectos regulatórios - necessários para tomada de decisão com menor grau de incerteza; 4) considerações informacionais, que nada mais é do que a disponibilidade de informações para o decisor quando estas são necessárias e; 5) objetivos gerenciais, que é o mais abrangente de todos os fatores e, portanto, o determinante para o processo decisório.

Brandt em 1980, relevantemente, conforme Dutra, Machado e Rarthmann (2008) construiu um trabalho onde pôde-se apontar os aspectos que podem influenciar na oferta de produtos agrícolas sendo eles: econômicos, tecnológicos, ecológicos, institucionais e incertezas advindas das externalidades.

Em trabalho realizado, Soares (2000) teve como objetivo a identificação dos elementos determinantes nas decisões do elo primário da cadeia produtiva de milho na região do extremo-oeste do Paraná aplicando um questionário de perguntas fechadas a 50 agricultores e concluiu que as decisões do produtor baseiam-se mais na experiência do que em quaisquer argumentos científico. Variáveis tais como tecnologia e instalações não se caracterizam como determinantes na decisão de produção no caso de seu grupo pesquisado, em virtude do comportamento homogêneo apresentado pelo mesmo.

Dutra, Machado e Rarthmann (2008), salientam a necessidade de desenvolvimento de capacidades e aprendizagem do produtor rural através da implantação de alianças estratégicas com outros produtores. Para os autores, a tomada de decisão estratégica por parte do produtor rural está apoiada na visão baseada nos recursos da propriedade rural, a análise das informações do ambiente externo e a capacidade da visão sistêmica por parte do produtor. O trabalho defende que a adoção de técnicas e práticas de produção agrícola inovadoras são aspectos relevantes na rotina das propriedades rurais. Os produtores necessitam de maior aprendizagem, a qual potencialize sua capacidade de utilizar os recursos de forma eficiente de acordo com as teorias de tomada de decisão.

Pereira, Arêdes e Teixeira (2007), analisaram a viabilidade econômica do cultivo de trigo nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, considerando ou não as condições de risco. Para análise do risco empregaram o método de Monte Carlo promovendo 15.000 interações aleatórias entre preços do grão, da produtividade, dos custos com colheita mecânica, uréia, fertilizante, sementes e fungicida; e taxa de juros, utilizando a distribuição de probabilidade normal para os preços e triangular, para as demais variáveis.

Encontraram um benefício-custo médio de 0,97 e um coeficiente de variação de 24,94% para o estado do Rio Grande do Sul, e para o estado do Paraná o benefício-custo médio foi de 1,06 e o coeficiente de variação, de 23,81%, o que indicou que o cultivo do trigo no Paraná, além de gerar maior benefício-custo em termos médios, está sujeito ao menor nível de risco, uma vez que seu coeficiente de variação foi menor se comparado aos dados obtidos para o Rio Grande do Sul, que mostraram coeficiente de variação maior.

Junior, Rezende, Oliveira, Coimbra e Souza (2008) analisaram as situações de risco de um sistema agrossilvopastoril (criação de animais com cultivo de árvores) utilizando o método Monte Carlo. Foram feitas, neste trabalho, 10.000 interações entre as variáveis que compõem o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Benefício Periódico Equivalente (BPE), a fim de montar uma distribuição de probabilidade. Os resultados indicaram que as análises das variáveis de saída apresentaram resultados melhores do que os obtidos pelos métodos determinísticos; os preços do boi gordo e do carvão vegetal foram os componentes do sistema agrossilvopastoril que mais contribuíram para a variação e a instabilidade das variáveis de saída; o investimento no sistema agrossilvopastoril é de baixo risco.

Marques e Frizzone (2005) confeccionaram uma ferramenta na forma de um Modelo Computacional para Determinação do Risco Econômico em Culturas Irrigadas, para Windows XP, em linguagem Delphi 7.0, que realiza simulações dos componentes do custo da irrigação, gerando 31.250 valores possíveis de benefícios líquidos anuais combinados, além dos custos anuais da irrigação.

Obeve-se a probabilidade de benefício líquido anual maior que zero, os índices de viabilidade (relação benefício/custo, valor esperado de benefício líquido) e foi incluso o risco econômico presente no projeto (desvio absoluto, desvio padrão e variância). Os autores aplicaram o modelo nas culturas de cana-de-açúcar e tomate na região de Piracicaba (SP) concluindo que a irrigação da cana-de-açúcar é inviável e a do tomate, viável.

Burgo (2005) realizou uma revisão bibliográfica sobre a utilização da diversificação espacial da produção agropecuária na redução do risco associado a essa atividade. O autor apontou que essa administração de risco pode diminuir os valores de seguro, mostrando que

essa diversificação é uma ferramenta viável que diminui os riscos de produtividade. Para atender claramente ao objetivo, foi feita uma análise de dados históricos de produtividade, aplicou-se ferramentas econométricas e método bayesiano, mostrando mapa da produtividade esperada, desvio padrão e coeficiente de variação de produtividade.

Concluiu que no caso do seguro agrícola ficaram evidentes os ganhos da diversificação espacial no que se refere à diminuição das taxas de prêmios dos contratos. Isso ocorreu porque a diversificação espacial reduz o risco de quedas de produtividade para as regiões num mesmo contrato, e uma menor probabilidade de queda implica em menores indenizações do seguro reduzindo assim taxas cobradas pelas seguradoras. A análise foi realizada para a cultura do soja e corroborada pela aplicação na cultura do milho mostrando que os ganhos da diversificação ocorrem até mesmo quando se diversifica dentro de um mesmo estado ou região.

Freitas (2008), concluiu que é essencial o uso de técnicas como o Método de Monte Carlo nas áreas de recursos hídricos e meio ambiente, uma vez que a análise de risco pode contribuir para a avaliação da vulnerabilidade e risco de sistemas de reservatórios multiusos; mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição de águas subterrâneas bem como risco de enchentes em bacias urbanas e rurais além do risco de impacto ambiental na qualidade das águas de lagos e açudes tropicais.

Vimos nos estudos abordados acima que são muitas as variáveis em que o produtor se baseia para sua decisão de produção. Grande parte destas variáveis são aleatórias, o que associa o risco à tomada de decisão do produtor. Portanto, neste contexto, os estudos mencionados mostram que o risco é uma variável importante para as decisões do produtor agrícola.

4 METODOLOGIA

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo abordará a metodologia aplicada no trabalho bem como o embasamento que envolve as técnicas utilizadas contendo a abordagem da simulação como ferramenta para o tratamento de variáveis aleatórias, uma descrição do Método de Simulação de Monte Carlo e a apresentação do *software @risk* que permitiu estimar as simulações para o caso analisado. São apresentadas, ainda, as variáveis consideradas nos modelos, as fontes das bases de dados utilizadas e os procedimentos de tratamento dos dados.

4.2 SIMULAÇÃO

Simulação é a representação dinâmica de um sistema mediante um modelo, onde este sistema é um conjunto de componentes e variáveis que se inter-relacionam formando um corpo único. O modelo, por sua vez, tenta retratar a realidade sem sua complexidade (WOILER; MATHIAS, 1996).

A simulação é uma ferramenta poderosa de pesquisa operacional cujo objetivo é ajudar na análise de sistemas onde há muitas variáveis, relações complexas, incerteza sobre os dados e numerosas opções para estudo de seu comportamento (KAYSER, 1999).

Atualmente, uma das formas mais evolutivas para análise no processo decisório se dá através da simulação. De acordo com Silva (2004), na simulação considera-se a experiência e a intuição juntamente com a lógica matemática. A utilização científica da simulação tem sido viabilizada com o desenvolvimento da informática, que permite promover inúmeras iterações de variáveis consideradas em determinado modelo.

A técnica de simulação pode ser empregada em diversas atividades como, por exemplo: na tentativa de prever conseqüências de mudanças sem a necessidade de programá-las no sistema real; análise dos efeitos climáticos na operação de um sistema, identificação de novo sistema ou resolução de um problema e planejamento quantitativo. Desta forma, a simulação admite notável importância permitindo o estudo do sistema real com menor risco.

Assim, a simulação é uma ferramenta a qual permite conduzir experimentos computacionais com o objetivo de prever situações. A criação de programas de computador para simulação de dados permitiu o desenvolvimento mais rápido, com maior qualidade de análise gráfica e otimização de tempo para diversas áreas de conhecimento que a utilizam.

Na simulação existem vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens inclui-se a possibilidade de soluções rápidas, a flexibilidade de aplicá-la para diversos problemas e permite diagnosticar de forma eficiente os recursos empregados. Por outro lado, pode-se citar como desvantagens o dispêndio em termos financeiros para aquisição de *softwares*, por exemplo, e os resultados podem ser de difícil interpretação tendo em vista que as variáveis de saída são, normalmente, aleatórias.

Conforme Kayser (1999), para realizar a simulação torna-se necessária a construção de modelos que procuram imitar um sistema. Dentre os vários tipos de simulações destacam-se os modelos matemáticos que, após as manipulações, geram resultados efetivos.

Gavira (2003 *apud* SILVA, 2004) aponta que para a construção de modelos e resultados precisos é necessário selecionar as variáveis mais significativas que descrevem o comportamento de um sistema, pois apenas um pequeno número delas explica, de fato, este sistema.

Os modelos de simulação podem ser classificados, todavia, em dinâmicos ou estáticos dependendo da alteração ou não no decorrer do tempo. Assim, os modelos de simulação dinâmicos podem ser contínuos ou discretos. Este trabalho trata variáveis contínuas e aleatórias, isto é, utiliza a simulação probabilística.

A geração de observações aleatórias se realiza por meio de dígitos ou números aleatórios. De acordo com Silva (2004), número aleatório é um número em uma seqüência de números cuja probabilidade de ocorrência é a mesma que de qualquer outro número na seqüência, sendo que os números sejam selecionados de maneira que cada um deles tenha a probabilidade igual de aparecer, sem levar em conta o número de vezes que cada um deles tenha aparecido antes.

A simulação estocástica ou probabilística de um sistema é capaz de gerar inúmeras seqüências independentes. Cada sorteio gera uma nova série diferente da histórica, mas com as mesmas propriedades estatísticas e igualmente provável. Como as séries são distintas entre si, são obtidos diversos resultados provenientes das simulações ao invés de um único resultado, caso apenas a série histórica estivesse disponível permitindo ao planejador tomar sua decisão baseado, não em um evento isolado, mas na análise probabilística do fenômeno estudado (STUDART, 2000 *apud* SILVA, 2004).

Para promover uma simulação probabilística, deve-se, inicialmente, elaborar um modelo com resultados considerando as relações entre as variáveis; determinar as variáveis de entrada e saída que participarão da simulação; determinar distribuições de probabilidade de variáveis a serem simuladas; estabelecer as correlações entre as variáveis; calcular o número de simulações e rodar a simulação e, por fim, analisar estatisticamente os resultados.

É de suma importância determinar qual é o objetivo do estudo e quais as questões a serem respondidas assim como a coleta de dados neste sentido. Os maiores objetivos da análise dos dados de saída são, basicamente, a determinação do desempenho e a comparação relativa das alternativas do sistema.

4.3 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

A publicação do Método de Monte Carlo remonta ao ano de 1949 com o artigo “*The Monte Carlo Method*” de John von Neumann e Stanislaw Ulam. Conforme Fernandes (2005), segundo Ulam, o nome do método foi dado em homenagem a seu tio, que era frequentador do cassino Monte Carlo em Mônaco, ao contrário da associação com a natureza repetitiva e aleatória da roleta dos cassinos.

Os primeiros artigos sobre o método de Monte Carlo foram publicados em 1955 e 1956 por V.V. Chavchanidze, Yu. A. Shreider e V. S. Vladimirov, mas foi durante a Segunda Guerra Mundial, no Projeto Manhattan, que o método serviu como ferramenta no desenvolvimento da bomba atômica com o objetivo de solucionar problemas referentes à difusão randômica de nêutrons no material nuclear através de simulações.

A metodologia de Monte Carlo hoje encontra aplicações em áreas de finanças para previsões financeiras, para calcular preços e riscos de mercado e de crédito de instrumentos financeiros. O método joga dados aleatórios em fórmulas sobre a formação de preços (KAYSER, 1999).

O método de Monte Carlo é um método estatístico utilizado em simulações baseado em distribuições de probabilidade gerando aleatoriamente sucessivas amostras e com a evolução de programas computacionais tem sido amplamente utilizado. O método produz eventos aleatórios e cada amostra corresponde a uma iteração, fornecendo uma estimativa de valor, lucro ou custo esperado e um erro para esta estimativa, o qual é inversamente

proporcional ao número de iterações, ou seja, quanto maior o número de iterações, menor será o erro esperado.

O erro total⁴ é dado pela expressão:

$$\varepsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}} \quad (4)$$

onde σ é o desvio-padrão da variável aleatória e N , o número de iterações.

Desta forma, os passos do Método de Monte Carlo consistem em estabelecer uma distribuição de probabilidade à qual responde uma variável aleatória para o risco analisado e realizar um número suficientemente grande de iterações.

Conforme Shamblin (1979 *apud* PAMPLONA; SILVA, 2004), a técnica de Monte Carlo consiste nos seguintes passos: estabelecimento da distribuição de probabilidade das variáveis, construção da função de distribuição acumulada para cada variável, estabelecimento dos números de etiqueta ou dos intervalos de classe, geração dos números aleatórios e simulação do experimento. Segundo Fernandes (2005), um aspecto importante é que no MMC, para que a simulação esteja correta as variáveis aleatórias devem ser independentes – observação raramente mencionada em artigos e afins, segundo o autor.

Analisar e gerir os custos da atividade agrícola através de cenários pode ser uma alternativa ao setor sendo a Simulação de Monte Carlo uma opção para isto. Na economia agrícola a simulação torna-se útil para os diversos ramos de análise tais como mercado de commodities, análise de investimentos, renda tanto na produção de grãos como na bovinocultura, ovinocultura, setor de laticínios, etc.

O procedimento é viável para determinação do momento de venda do produto, conservação do solo, economia da concentração e diversificação espacial ou planejamento geral da propriedade. Na visão de Kayser (1999), na maioria dos estudos o recurso da simulação é a única aproximação possível em prender adequadamente a natureza estocástica e dinâmica que os problemas possuem.

⁴ Fernandes (2005).

4.4 @RISK

O @*risk* é uma ferramenta de Excel para análise de risco utilizando a simulação de Monte Carlo para mostrar todos os resultados possíveis em uma situação que envolve incerteza. Dado que alguns valores tais como custos, lucros ou volume de vendas são incertos, o @*risk* permite representar a incerteza por meio de uma função de distribuição de probabilidade.

A simulação com o uso do Método de Monte Carlo roda o número de iterações selecionadas mostrando os cenários diferentes. Para isso, seguem-se os procedimentos triviais do método de Monte Carlo tais como: a definição das distribuições de probabilidade, determinar as variáveis de saída, ajustar as distribuições, escolher o número de iterações e promover a simulação.

4.5 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO PARA OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RS

Visando avaliar a probabilidade de ocorrência do lucro e risco associados aos sistemas de produção considerados para o cultivo de arroz irrigado no RS, a saber: sistema de cultivo convencional, sistema de cultivo mínimo e sistema pré-germinado; a metodologia utilizada teve como alicerce a Simulação de Monte Carlo com apoio do *software @risk* para promover as iterações das variáveis consideradas.

No presente estudo fez-se uma comparação entre estes três sistemas de cultivo com base no risco e variação do lucro utilizando como variável de saída para esta análise o lucro por hectare nos municípios que empregam cada um desses sistemas. Desta forma, foram considerados os custos variáveis e fixos associados a cada sistema nos municípios analisados e o rendimento médio dado o preço do arroz em casca na safra. Obtiveram-se nove modelos considerando três municípios por sistema de produção e três sistemas.

Assim, foi possível fazer a avaliação do risco através do lucro de cada um. Tal procedimento foi adotado em função de que se fosse considerado um sistema de produção para cada modelo considerando a média dos rendimentos dos municípios incorrer-se-ia em

um viés: a variância (e, portanto, o risco) de uma média de valores é sempre menor que a variância de um município isolado tal como segue abaixo:

$$\bar{X} = \sum \frac{X}{n} \quad (5)$$

$$\text{Variância } \bar{X} = \frac{\text{variância } \sum X}{n^2} \quad (6)$$

onde a variância no sistema utilizando a média do rendimento dos municípios em (6) é menor do que a variância em um município isolado conforme (5).

Para consecução do estudo, foram considerados três sistemas: 1) sistema de plantio convencional; 2) sistema de cultivo mínimo e 3) sistema pré-germinado. Com relação aos municípios que representam cada um dos sistemas, foram escolhidos três municípios por sistema, os quais indicam a maior representatividade em cada sistema. O critério de escolha para os municípios foi possuir uma área média superior a 1000 ha e ser representativo no sistema adotado no período analisado.

Para o sistema convencional, os municípios analisados foram Palmares do Sul, Pelotas e Formigueiro. Dom Pedrito, Itaqui e Uruguaiana representaram o sistema de cultivo mínimo e, por fim, o sistema pré-germinado foi representado pelos municípios de Santo Antônio da Patrulha, Mostardas e General Câmara.

A escolha das variáveis consideradas no modelo foi embasada na estrutura de custos do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA). Considerou-se como custos os insumos variáveis na produção tais como: adubos de base e cobertura, inseticida e sementes além do custo fixo por kg de arroz em casca colhido.

A receita foi obtida através do preço do arroz irrigado em casca e do rendimento médio por hectare dos municípios considerados. A base de dados foi obtida junto à EMATER RS e Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) para o período de análise do ano de 1990 ao ano de 2008. Os preços foram deflacionados através do IGP-DI FGV (índice geral de preços da Fundação Getúlio Vargas) com base em dezembro de 2008. A partir dos preços mensais de insumo realizou-se uma média para o período antes do plantio, quando os produtores compram os insumos, sendo este período de julho a dezembro para todos os anos da série histórica, e as médias do preço do arroz para a safra entre março e junho do mesmo período.

No presente estudo foram consideradas como variáveis aleatórias o preço do arroz irrigado em reais por quilo, a produtividade em kg/hectare para três municípios do Estado por cada sistema de produção, os preços do adubo de base e adubo de cobertura em reais por quilo, o preço da semente em reais por quilo e o preço do inseticida em reais por litro.

A variável de saída para análise foi o lucro estimado associado à produtividade de cada município dentro dos três sistemas de produção predominantes e analisados considerando os custos variáveis basicamente de insumos utilizados na produção e custo fixo associado a cada sistema.

Matematicamente, as séries obtidas de LT podem ser representadas da seguinte forma:

$$LT_{js} = RT_{js} - CT_{js} \quad (7)$$

em que LT_{js} é o lucro total da atividade arrozeira do município j , no sistema s ; RT_{js} , receita total dessa atividade, que é resultante da multiplicação do preço recebido pelo produtor do arroz em casca pelo rendimento médio do produto do município j , no sistema s ; e CT_{js} , custo total da atividade arrozeira do município j , no sistema s , formado pelos custos fixos representados pela manutenção e depreciação de benfeitorias, impostos e taxas, remuneração do capital fixo, remuneração da terra e mão-de-obra fixa; e custos variáveis representados pelos insumos mais significativos na produção.

Cabe ressaltar que LT_{js} não reflete o lucro real da atividade orizícola visto que não foram considerados nos custos variáveis itens como serviços mecânicos e mão-de-obra, em função de que o referido estudo procura identificar o risco associado aos sistemas para informar produtores que já participam da atividade, mas que possuem como alternativa a mudança de sistema.

Pelo mesmo motivo não foram utilizadas estruturas de fluxo de caixa como VPL (valor presente líquido) ou TIR (taxa interna de retorno) que servem para análise de investimentos de longo prazo.

Foram definidas as distribuições de probabilidade das variáveis e, em seguida, promovidas 10000 iterações através da Simulação de Monte Carlo para a variável lucro em nove modelos. Com isto, obteve-se a distribuição da variável lucro para cada sistema e município, podendo-se inferir sobre o risco associado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar cada sistema de produção do arroz irrigado no RS em relação ao lucro e risco esperados. Para tanto, foi analisada a variável lucro gerada para três municípios que mais utilizam cada sistema de produção a partir de custos variáveis considerados, custo fixo, rendimento médio e preço do arroz em casca. O método utilizado para atender o objetivo foi a Simulação de Monte Carlo com o auxílio do *software @risk* que promoveu 10000 iterações para a variável lucro. O período para análise das variáveis foi de 1990 a 2008.

Os municípios analisados são produtores de arroz e foram escolhidos pela representatividade em termos de sistema de cultivo empregado na produção orizícola. São municípios com área para plantação de arroz superior a 1000 hectares e são os que mais utilizam os sistemas associados. De acordo com a tabela abaixo, são descritos os municípios escolhidos, a participação do respectivo sistema de plantio e a área total para plantação de arroz de cada município em hectares:

Tabela 1 - Municípios por sistema de plantio, área de arroz (ha) e participação do sistema (%)

Sistemas	Municípios	Área de Arroz (ha)	Participação do sistema (%)
Convencional	Palmares do Sul	46518	81,9
	Pelotas	52231	24,8
	Formigueiro	65944	40,7
Cultivo Mínimo	Dom Pedrito	20113	79,7
	Itaqui	10537	83,1
	Uruguaiana	8856	90
Pré-Germinado	Santo Antônio da Patrulha	12286	31,3
	Mostardas	36971	60
	General Câmara	2358	62,2

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados do Censo da lavoura de Arroz Irrigado do RS – Safra 2004/05 e informações do Instituto Riograndense do Arroz – Safra 2006/07

A definição de lucro considerada para a estimação do mesmo é dada pela fórmula⁵:

$$LT_{js} = RT_{js} - CT_{js}$$

conforme descrito no capítulo de metodologia do trabalho.

Considerando as variáveis utilizadas, o lucro para a atividade orizícola de acordo com os custos considerados seria:

$$LT = p * prod_{js} - (p_{ad} * q_{ad}) - (p_{adc} * q_{adc}) - (p_{sem} * q_{sem}) - (p_{ins} * q_{ins}) - (CF) \quad (8)$$

onde LT representa o lucro total da atividade no município j e sistema s ; p representa o preço do arroz; $prod_{js}$ é a produtividade no município j e sistema s ; p_{ad} é o preço do adubo de base; q_{ad} é a quantidade utilizada de adubo de base no município j e sistema s ; p_{adc} é o preço do adubo de cobertura e q_{adc} é a quantidade de adubo de cobertura utilizada no município j e sistema s ; p_{sem} é o preço da semente e q_{sem} é a quantidade de semente utilizada no município j e sistema s ; p_{ins} é o preço do inseticida e q_{ins} é a quantidade de inseticida utilizada no município j e sistema s ; e CF é o custo fixo associado à atividade.

Estimou-se a variável lucro para cada município em função dos preços e coeficientes técnicos dos insumos analisados por sistema de produção e, em seguida, foi realizada a simulação de Monte Carlo. A distribuição de probabilidade que melhor se ajustou para o preço do arroz em casca foi a distribuição inversa de Gauss; o preço do adubo de base seguiu uma distribuição logística; já o preço do adubo de cobertura se ajustou melhor a uma distribuição “weibull”; o preço da semente indicou uma distribuição de probabilidade exponencial e o preço do inseticida melhor se ajustou a uma distribuição beta. Os resultados para cada sistema de produção são demonstrados a seguir.

⁵ Ver metodologia.

5.1 LUCRO NO SISTEMA CONVENCIONAL

Conforme a tabela 1, os municípios representantes do sistema convencional no plantio de arroz irrigado no RS foram Palmares do Sul, Pelotas e Formigueiro. Estes municípios utilizam predominantemente o sistema convencional possuindo uma produtividade média de 5414,88 kg/ha no período analisado. São municípios que fazem parte das regiões da planície costeira externa (Palmares do Sul e Pelotas) e depressão central (Formigueiro).

5.1.1 Palmares do Sul

A produtividade de Palmares do Sul segue uma distribuição Gaussiana inversa e, no período analisado, obteve uma produtividade média de 5070,40 kg/ha. De acordo com a análise das simulações da variável lucro, o município mostrou um desvio-padrão em relação à média menor que Pelotas e Formigueiro e um lucro médio menor. O lucro mínimo da atividade adotando sistema de produção convencional para o plantio de arroz é de R\$658,96 por hectare. O valor médio associado ao lucro da atividade neste município foi de R\$2715,00 como mostra o gráfico 3.

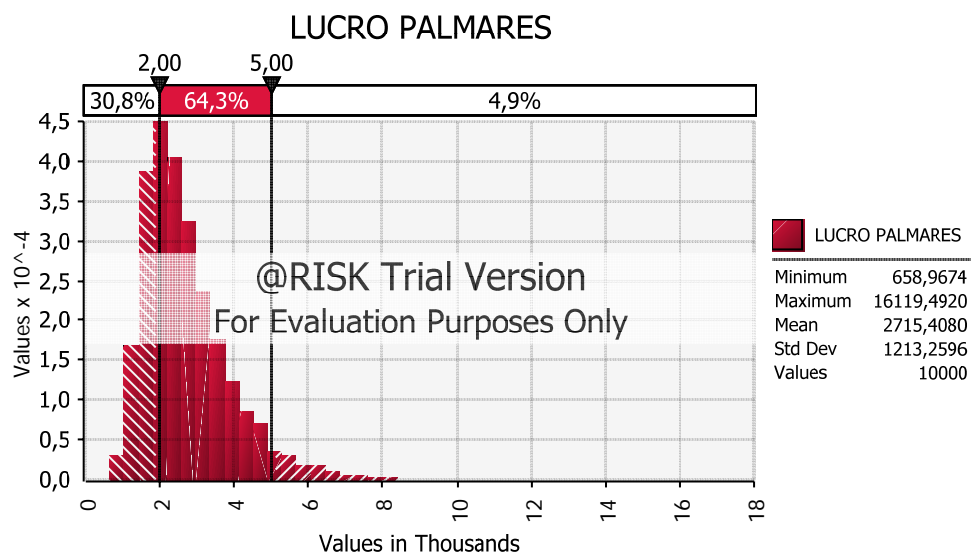


Gráfico 3 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Palmares do Sul - Sistema Convencional (1990-2008)

Fonte: Resultado da pesquisa

A probabilidade do lucro na orizicultura no município de Palmares do Sul se situar entre R\$2000,00/ha e R\$5000,00/ha é de 64,3% enquanto que a probabilidade do lucro ser inferior á R\$2000,00/ha é de 30,8%. Lucros esperados acima de R\$5000,00 apresentam uma probabilidade de apenas 4,9% de ocorrência.

5.1.2 Pelotas

O município de Pelotas obteve uma produtividade média no período analisado de 5449,74 kg/ha e ela segue uma distribuição de probabilidade Gamma. Conforme o gráfico 4, o desvio-padrão em relação à média é de 1331,88 e o lucro mínimo para a atividade no sistema convencional, de acordo com as simulações, é de R\$659,76 o lucro máximo para a atividade é de R\$13277,04.

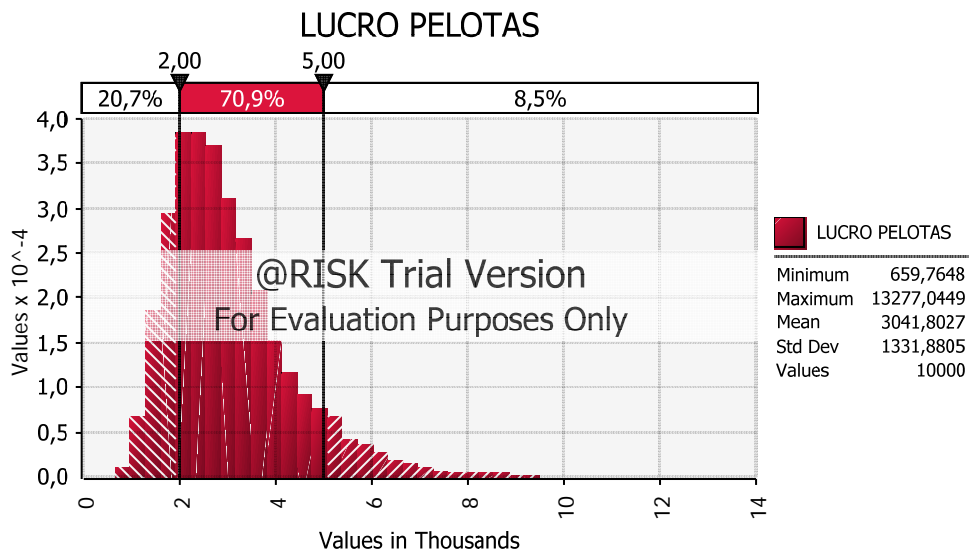


Gráfico 4 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Pelotas - Sistema Convencional (1990-2008)

Fonte: Resultado da pesquisa

Em relação às probabilidades de ocorrência do lucro, nota-se que há 70,9% de probabilidade do lucro na safra para o sistema convencional em pelotas estar entre R\$2000,00 E R\$5000,00.

5.1.3 Formigueiro

No município de Formigueiro, a produtividade média das safras para o período analisado foi de 5624,49kg/ha. A variável produtividade para o período analisado segue uma distribuição normal e a simulação do lucro para a produção de arroz em sistema de plantio convencional para formigueiro apresentou um desvio-padrão em relação à média de 1355,15. O lucro médio da atividade, de acordo com as iterações promovidas, é de R\$3091,83.

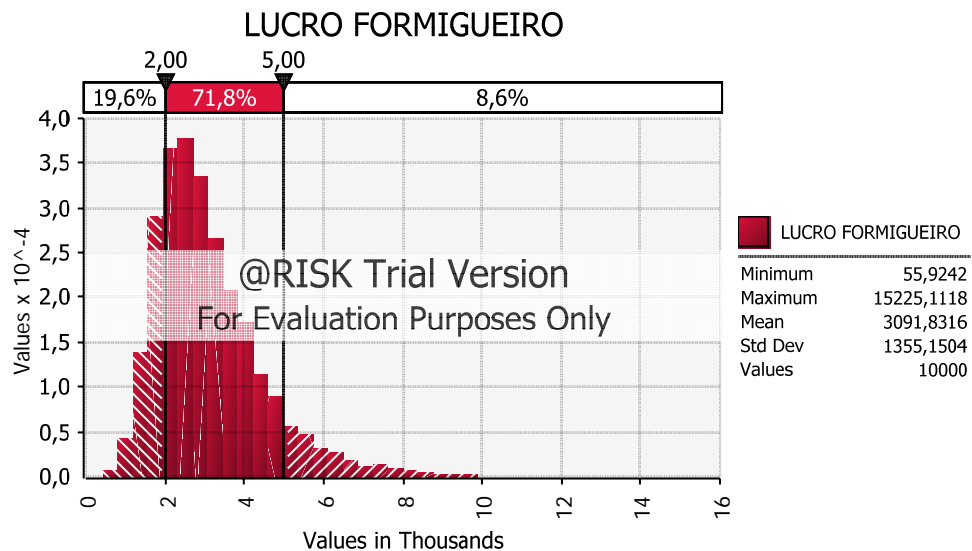


Gráfico 5 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Formigueiro
- Sistema Convencional (1990-2008)

Fonte: Resultado da pesquisa

A probabilidade de ocorrência de lucro inferior à R\$ 2000,00 é de 19,6% enquanto que a probabilidade do lucro estar entre 2 e 5 mil reais é de 71,8%.

Comparando os municípios analisados que empregam o sistema de plantio convencional, é possível verificar que o sistema adotado é determinante para o lucro associado, ou seja, embora os municípios analisados situem-se em regiões distantes no estado, os desvios em relação à média são pouco variáveis de município para município, assim como o lucro médio.

5.2 LUCRO NO SISTEMA DE CULTIVO MÍNIMO

Os municípios analisados no sistema de cultivo mínimo foram Dom Pedrito, Itaqui e Uruguaiana, ambos localizados na fronteira oeste do estado do RS. A produtividade média destes municípios nas safras do período entre 1990 e 2008 foi de 6182,10 kg/ha. Estes municípios localizam-se na fronteira oeste do estado do RS e utilizam como técnica para a plantação de arroz, predominantemente, o sistema de cultivo mínimo. Abaixo, seguem os resultados obtidos da simulação para cada município em análise.

5.2.1 Dom Pedrito

A atividade orizícola é de suma importância para a economia do município de Dom Pedrito. No período analisado, a produtividade média do município foi de 6323,49 kg/ha. A distribuição de probabilidade à qual melhor se ajustou a variável produtividade foi a distribuição normal. O lucro médio para o período analisado foi de R\$3350,76 e o desvio-padrão em relação à média foi de 1688,76 – o maior dos desvios em comparação aos demais municípios que utilizam o cultivo mínimo.

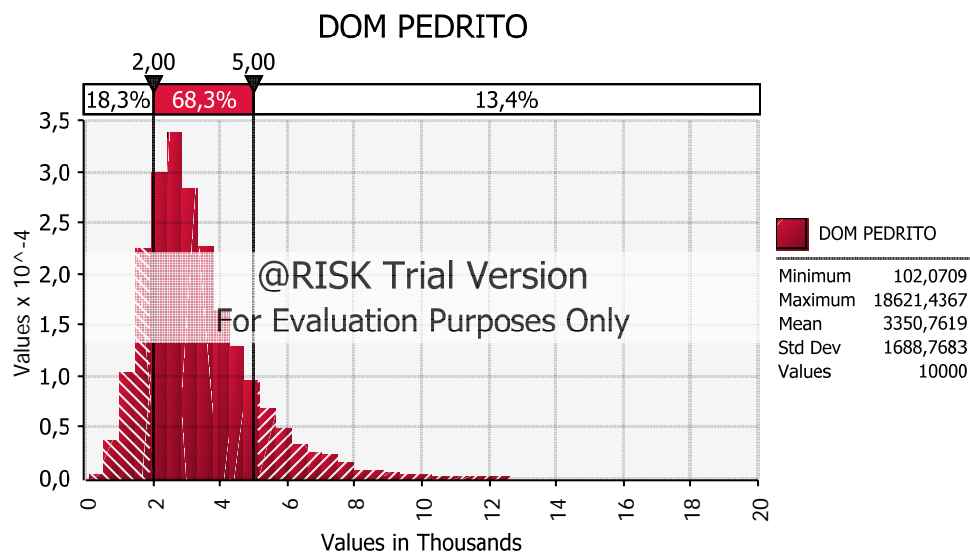


Gráfico 6 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Dom Pedrito - Sistema de Cultivo Mínimo (1990-2008)

Fonte: Resultado da Pesquisa

5.2.2 Itaqui

O município de Itaqui é também localizado na fronteira oeste do estado e sua produtividade média para o período de 1990 a 2008 foi de 5750,46 kg/ha, menor do que a média entre os três municípios analisados que foi de 6182,1 kg/ha. A distribuição de probabilidade que melhor se ajustou aos dados de produtividade para este período foi a distribuição extvalue, o valor do desvio-padrão em relação à média foi de 1660,94 e o lucro mínimo foi de R\$ 365,94.

De acordo com o gráfico 7 abaixo, há 29,4% de probabilidade de o lucro ser menor de R\$2000,00 e 10,6% do lucro na atividade ser maior de R\$5000,00. O valor do lucro oscila entre 2 e 5 mil reais com probabilidade de 60% de ocorrência.

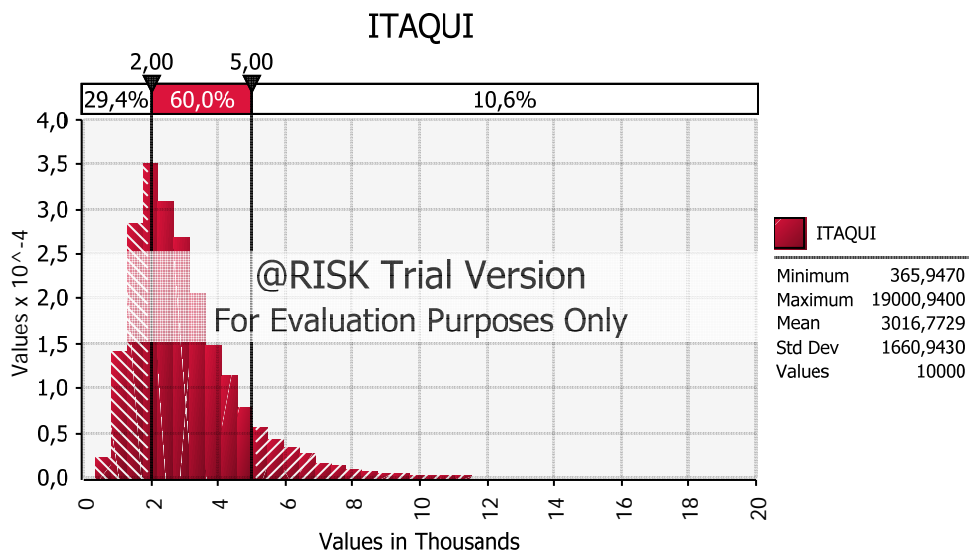


Gráfico 7 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Itaqui - Sistema de Cultivo Mínimo (1990-2008)

Fonte: Resultado da pesquisa

5.2.3 Uruguaiana

O município de Uruguaiana é um grande produtor de arroz e a produtividade média de 1990 a 2008 foi maior que a média dos municípios analisados. As produtividades nesse

período seguiram uma distribuição normal e o desvio-padrão em relação à média foi de 1678,79, resultado do lucro médio maior em relação aos demais municípios do grupo o qual representa o sistema de cultivo mínimo conforme demonstrado no gráfico 8:

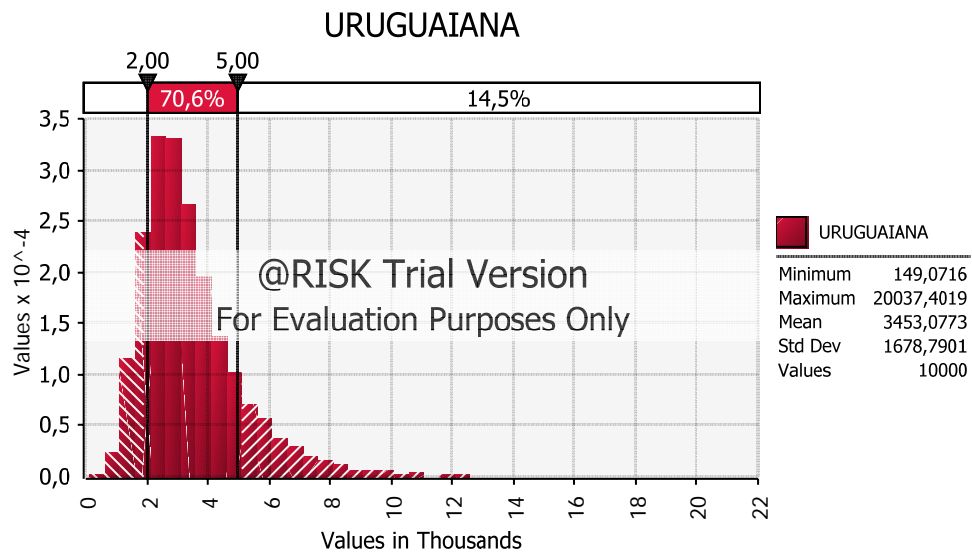


Gráfico 8 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Uruguaiana - Sistema de Cultivo Mínimo (1990-2008)
Fonte: Resultado da pesquisa

De acordo com o gráfico 8, o lucro médio da atividade arrozeira no município de Uruguaiana é de R\$3453,00 e a probabilidade de o lucro estar entre 2 e 5 mil reais por hectare é de 70,6%.

5.3 LUCRO NO SISTEMA PRÉ-GERMINADO

Os municípios analisados no sistema de cultivo mínimo foram Santo Antônio da Patrulha, localizado na planície costeira externa, Mostardas, da mesma região, e General Câmara, localizado na planície costeira interna do estado do RS. A produtividade média entre os municípios que compõem este grupo no período de análise foi de 5147,14 kg/ha. Tal número reflete perdas de produtividade em função de condições climáticas desfavoráveis em algumas safras, sobretudo no município de General Câmara.

5.3.1 Santo Antônio da Patrulha

Santo Antônio da Patrulha localiza-se na planície costeira externa e obteve uma produtividade média entre os anos de 1990 e 2008 de 5518,15kg/ha. A distribuição de probabilidade que melhor se ajustou aos dados de produtividade para o município foi a distribuição exponencial. O lucro mínimo foi de 849,42 e o lucro médio foi de R\$2745,02. O desvio-padrão em relação à média foi de 1456,07 e há probabilidade de 57,1% do lucro estar entre 2 e 5 mil reais, como demonstra o gráfico 9:

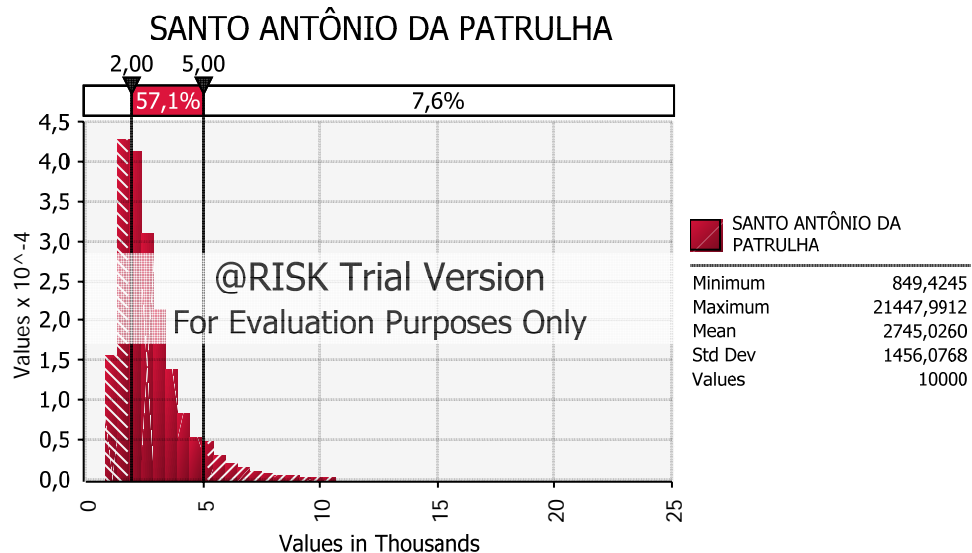


Gráfico 9 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Santo Antônio da Patrulha - Sistema de Plantio Pré-Germinado (1990-2008)
Fonte: Resultado da pesquisa

5.3.2 Mostardas

O município de Mostardas é pertencente à região da planície costeira externa, e com uma produtividade média de 5042,13 kg/ha representa o sistema pré-germinado. A variável produtividade segue uma distribuição logística e, de acordo com a simulação, o lucro médio foi de R\$2514,33 e desvio-padrão de 1399,01 podendo assumir prejuízo conforme o valor mínimo estimado de -228,43. Existe 42,2% de probabilidade de o lucro ser menor de

R\$2000,00 na atividade arrozeira neste município empregando o sistema pré-germinado, conforme o gráfico 10 abaixo:

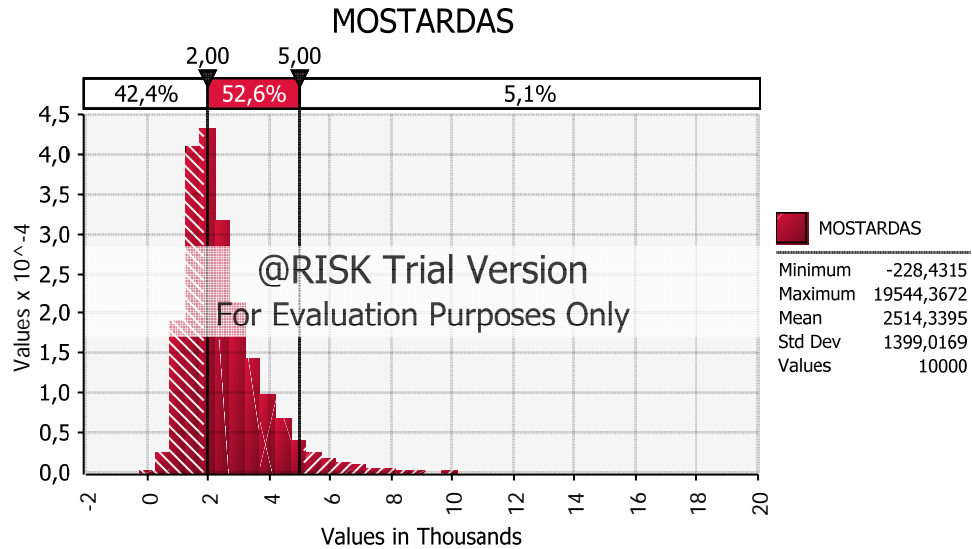


Gráfico 10 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de Mostardas - Sistema de Plantio Pré-Germinado (1990-2008)

Fonte: Resultado da pesquisa

5.3.3 General Câmara

A produtividade média de General Câmara na orizicultura entre 1990 e 2008 foi de 4881,14 kg/ha. A distribuição que melhor se ajustou à produtividade do município foi a logística. De acordo com o gráfico 11, existe 44,7% de probabilidade de o lucro na atividade arrozeira por hectare no município de General Câmara ser menor que R\$2000,00. A média do lucro foi de 2399,00 podendo assumir prejuízos dado o valor mínimo de prejuízo no montante de R\$1236,48.

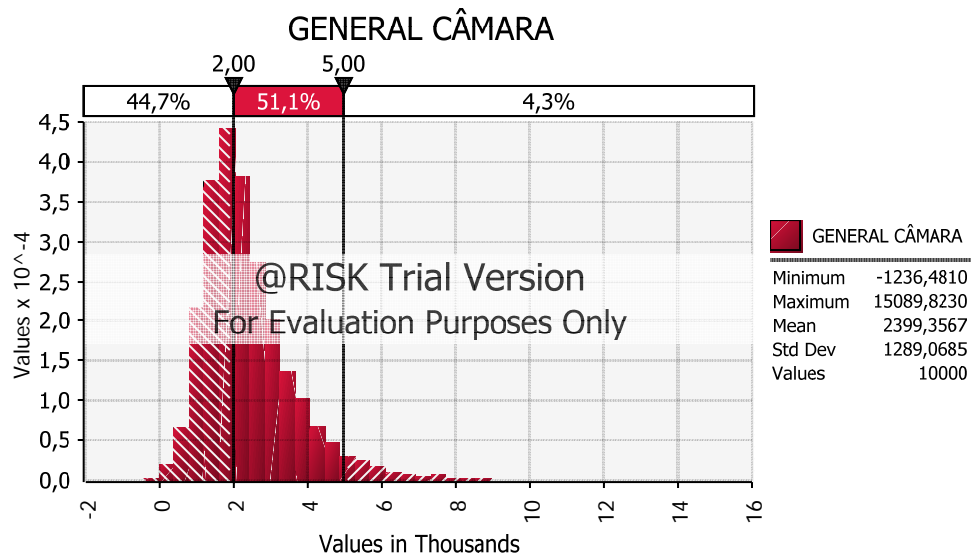


Gráfico 11 - Probabilidades de Lucro na atividade orizícola para o município de General Câmara - Sistema de Plantio Pré-Germinado (1990-2008)
Fonte: Resultado da pesquisa

5.4 UM COMPARATIVO ENTRE AS OCORRÊNCIAS DE LUCRO E RISCO ASSOCIADO NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO CONSIDERADOS E MUNICÍPIOS

Diante dos resultados obtidos, é possível inferir-se acerca do risco associado à atividade orizícola no RS uma vez que o produtor de arroz toma a decisão de qual sistema de plantio adotar na safra, conforme a tabela 2.

Ao analisar o sistema convencional, nota-se que Palmares do Sul apresenta maior probabilidade de obtenção de lucro menor que R\$1000,00 se comparado aos demais municípios analisados que utilizam o mesmo sistema de plantio, o que reflete risco maior se comparado ao sistema de cultivo mínimo, por exemplo. Pelotas e Formigueiro apresentam as maiores probabilidades de ocorrência de lucro superior a R\$4000,00 dentro deste sistema.

No sistema de cultivo mínimo, Itaqui e Dom Pedrito apresentam maior probabilidade de obtenção de lucro menor que R\$1000,00, enquanto que Uruguaiana além de apresentar um risco menor de o lucro situar-se neste patamar, apresenta probabilidade de 70,6% de obter lucros superiores a R\$4000,00 por hectare.

Por outro lado, o sistema pré-germinado, principalmente o município de General Câmara, apresenta probabilidade de 6,8% de o lucro ser menor que R\$1000,00, e apresenta, ainda, a probabilidade de 0,3% de incorrer-se em prejuízo na atividade adotando tal sistema

de cultivo. O município de Santo Antônio da Patrulha demonstra probabilidade de apenas 0,2 % de atingir lucro menor que R\$ 1000,00/ha e 57% de probabilidade de o lucro por hectare ser superior à R\$4000,00.

Dessa forma, nota-se que há pequenas diferenças entre municípios que adotam o mesmo sistema de produção, corroborando com a idéia de que o sistema por si só, independentemente da região onde for empregado assume pequena variabilidade em termos de risco de produção.

Entre sistemas, é notável a adoção crescente do sistema de cultivo mínimo em função de lucros mais atrativos como demonstrado na tabela 2. Para os municípios que empregam predominantemente o sistema de cultivo mínimo, a probabilidade de obtenção de lucros superiores à R\$5000,00 é superior a todos os municípios que empregam os sistemas alternativos. Além disso, na faixa da probabilidade de o lucro ser menor que R\$2000,00 o sistema de cultivo mínimo é menor vulnerável do que o sistema de cultivo mínimo.

Ao analisar-se o percentual médio da probabilidade de ocorrência de lucro para os sistemas de produção de arroz considerando os municípios abaixo, é notável a menor probabilidade de obtenção de lucros em todas as faixas para o sistema de plantio pré-germinado se comparado com os demais sistemas.

O sistema de cultivo convencional, por sua vez, apresenta maior probabilidade média de o lucro por hectare da atividade ser maior que R\$4000,00, no entanto, em última análise, o sistema de cultivo mínimo apresenta menor probabilidade média de obtenção de lucros inferiores à R\$2000,00 e maior probabilidade de lucros altos acima de R\$5000,00, o que justifica a crescente utilização desta técnica na produção do arroz gaúcho.

Tabela 2 - Probabilidade de ocorrência de lucro na atividade arrozeira por faixas, sistemas e municípios (%) – Período 1990-2008

Sistemas	Municípios	Lucro (R\$)				
		< 0	<1000	<2000	>4000	>5000
Convencional	Palmares do Sul	0	0,8	30,8	64,3	4,9
	Pelotas	0	0,5	20,7	70,9	8,5
	Formigueiro	0	0,6	19,6	71,8	8,6
	Percentual médio	0	0,63	23,7	69	7,33
Cultivo Mínimo	Dom Pedrito	0	1,8	18,3	68,3	13,4
	Itaqui	0	2,4	29,4	60	10,6
	Uruguaiana	0	0,6	14,9	70,6	14,5
	Percentual médio	0	1,6	20,86	66,3	12,83
Pré-Germinado	Santo Antônio da Patrulha	0	0,2	35,3	57,1	7,6
	Mostardas	0	4,2	42,4	52,6	5,1
	General Câmara	0,3	6,8	44,7	51,1	4,3
	Percentual médio	0,1	3,73	40,8	53,6	5,66

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos resultados da pesquisa

5.5 MEDIDA DE SENSIBILIDADE: COEFICIENTE DE VARIAÇÃO PARA OS LUCROS

Além da análise dos lucros, fez-se uma análise quantitativa do risco com base no coeficiente de variação⁶, que nada mais é do que um indicador para medir a sensibilidade das variações no lucro por hectare a partir dos sistemas considerados para os municípios analisados, neste caso. Os resultados estão descritos na tabela 3 a seguir:

⁶ $CV = \frac{\sigma_k}{\bar{K}}$ onde σ_k é o desvio-padrão do lucro em relação à média e \bar{K} é o lucro médio (GITMAN, 1997).

Tabela 3 - Análise de risco no cultivo de arroz por hectare por municípios e sistemas de cultivo no RS em relação ao lucro

Sistemas	Municípios	Coeficiente de variação (%)
Convencional	Palmares do Sul	44,68
	Pelotas	43,79
	Formigueiro	43,83
Cultivo Mínimo	Dom Pedrito	50,40
	Itaqui	55,06
	Uruguaiana	48,62
Pré-Germinado	Santo Antônio da Patrulha	53,04
	Mostardas	55,64
	General Câmara	53,73

Fonte: Elaboração da autora a partir dos resultados da pesquisa

Constatou-se que, atualmente, o sistema de cultivo mais empregado nas lavouras arrozeiras do RS é o sistema de cultivo mínimo. Ao analisar o coeficiente de variação associado ao lucro médio por hectare para cada município, nota-se que o sistema de cultivo convencional é o sistema de produção que possui menor risco. Os coeficientes de variação para os três municípios representantes do sistema na análise foram os menores obtidos, na média de 44,1%.

No sistema de cultivo mínimo, o risco associado ao lucro médio para o município de Uruguaiana foi de 48,62%, para Dom Pedrito o coeficiente de variação foi de 50,40% e, de Itaqui 55,06%. A média do coeficiente de variação para o sistema de cultivo mínimo foi de 51,35%.

Para o sistema pré-germinado, o risco associado ao lucro médio por hectare com base no coeficiente de variação esteve na média de 54,13% indicando que o sistema pré-germinado é a técnica que proporciona maior risco ao produtor de arroz irrigado gaúcho. O que se verifica pela adoção do sistema, sobretudo, em regiões de condições de clima e solo favoráveis e que os produtores dominem a técnica.

5.6 A EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO EM ÁREA PLANTADA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO MAIS UTILIZADOS

Com posse das variações no lucro dos municípios que empregam os sistemas de plantio mais utilizados no RS, verifica-se de acordo com a tabela 4 a participação dos sistemas de produção na área total semeada de arroz irrigado no RS.

Tabela 4 - Participação dos sistemas de produção na área total semeada de arroz (%)

Sistemas	Municípios	Safrá	
		2006/2007	2007/2008
Convencional	Palmares do Sul	81,9	100
	Pelotas	24,8	40
	Formigueiro	40,7	60
Cultivo Mínimo	Dom Pedrito	79,7	80
	Uruguaiana	90	95
Pré-Germinado	Santo Antônio da Patrulha	31,3	31

Fonte: Elaboração da autora com base nos dados fornecidos pelo Instituto Riograndense do Arroz.

De acordo com a tabela 4, o sistema convencional evoluiu em termos de participação na área semeada de arroz irrigado. Na safra 06/07, 85,01% da área semeada em Palmares do Sul foi de 81,09. Na próxima safra, o cultivo foi 100% feito através do sistema de plantio convencional.

Pelotas, que plantava apenas 24,8% da área semeada no cultivo convencional na safra 06/07, em 07/08 passou a semear 40% de sua área neste sistema. Da mesma forma, no município de Formigueiro a utilização do sistema convencional de plantio evoluiu de 40,7% para 60% em 2008.

O sistema de cultivo mínimo também evoluiu consideravelmente nas últimas safras nos municípios analisados. De acordo com os dados de safra do Instituto Riograndense do Arroz, Dom Pedrito, que semeava 79,7% da área em sistema de cultivo mínimo, na safra 07/08 semeou 80% em cultivo mínimo. Uruguaiana passou para 95% de utilização de sistema de cultivo mínimo em sua área semeada na mesma safra.

Entretanto o sistema pré-germinado teve uma queda em Santo Antônio da Patrulha que na safra 06/07 semeava 31,3% da área no sistema pré-germinado e na safra 07/08 semeou 30% da área utilizando este sistema.

Neste sentido, é importante destacar que o sistema pré-germinado, além de associar probabilidades significativas de ocorrência de lucros menores e, inclusive, de prejuízos, é o sistema que envolve maior risco de acordo com o coeficiente de variação médio calculado para o mesmo. A participação menor do sistema pré-germinado na área plantada no Rio Grande do Sul demonstra a orientação do produtor para sistemas que lhe proporcionem maior lucro menor risco. Os produtores que utilizam o sistema pré-germinado se concentram mais nas regiões litorâneas.

Tal análise se confirma na evolução do emprego dos sistemas convencional e cultivo mínimo nas lavouras de arroz do Estado, já que estes sistemas proporcionam maiores probabilidades de ocorrência de lucros maiores e menor risco de produção.

Nota-se no presente estudo, que o sistema de cultivo mínimo possui vantagens em relação ao sistema convencional visto que as probabilidades de obtenção de lucros altos são maiores e a probabilidade de obtenção de lucros menores de R\$2000,00 são menores do que no sistema convencional. O sistema convencional, por sua vez, apesar de ser uma técnica tradicional, proporciona boa rentabilidade ao produtor e o menor risco associado entre os sistemas analisados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho introduziu, inicialmente, uma visão geral de custos de produção na agricultura, descreveu os sistemas de produção mais utilizados na orizicultura no Rio Grande do Sul e abordou o processo de tomada de decisão na agricultura diante de condições de risco.

Utilizando o *software @risk*, foram realizadas 10000 iterações por meio da simulação de Monte Carlo da variável lucro para cada município e, diante dos resultados obtidos foi possível identificar oscilações do lucro. Entretanto, nota-se que municípios que adotam o mesmo sistema possuem probabilidades de auferir lucros muito parecidos, o que indica que os lucros independem do município onde for empregada a técnica, mas variam com o sistema de produção.

Para o sistema de plantio convencional há possibilidade de obter lucros maiores de R\$4000,00 com probabilidades maiores de 70% exceto no município de Palmares do Sul, onde a probabilidade de o lucro por hectare ser maior de R\$4000,00 é de 64,3%. O sistema convencional obteve uma produtividade média de 5414,88 kg/ha no período analisado, indicou menor risco na produção e sua representatividade nos municípios analisados vem crescendo nas últimas safras conforme demonstrado. O fato reflete que os produtores que utilizam a técnica estão tomando a decisão sobre qual sistema de produção adotar de forma racional, buscando maior lucro e menor risco.

O sistema de cultivo mínimo apresenta produtividade média superior ao sistema convencional de acordo com os municípios analisados, sobretudo no município de Dom Pedrito que produz, em média, 6323,49 kg/ha. A probabilidade de auferir lucros por hectare superiores a R\$5000,00 é superior aos demais sistemas de produção utilizados, entretanto, de acordo com o coeficiente de variação, o risco associado a este sistema é superior ao risco associado ao sistema convencional.

Ainda assim, cresce no estado o emprego do sistema de cultivo mínimo nas propriedades, o que pode ser explicado pela alta produtividade e possibilidade de obter lucros maiores decorrentes de menor utilização de máquinas e mão-de-obra, por exemplo.

O sistema de cultivo mínimo possui vantagens em relação ao sistema convencional visto que as probabilidades de obtenção de lucros altos são maiores e a probabilidade de obtenção de lucros menores de R\$2000,00 são menores do que no sistema convencional. O sistema convencional, por sua vez, apesar de ser uma técnica tradicional, proporciona boa rentabilidade ao produtor e o menor risco associado entre os sistemas analisados.

O sistema pré-germinado é o sistema de cultivo que apresentou menor produtividade média entre o período de 1990 a 2008 – 5147,14 kg/ha, e o maior risco de acordo com o coeficiente de variação. De acordo com os municípios analisados, é possível incorrer em prejuízos, especialmente nos municípios de Mostardas e General Câmara, onde as probabilidades de obtenção de lucro/ha menores de R\$ 2000,00 são bastante altas.

A utilização desta técnica no RS permanece sendo utilizada de maneira modesta e, por ser uma técnica que exige expressiva utilização de água, se adéqua melhor a regiões litorâneas. Cabe ressaltar que o sistema de cultivo pré-germinado inviabiliza a rotação de culturas pela constante degradação do solo.

De acordo com o presente estudo, o sistema pré-germinado, além de associar probabilidades significativas de ocorrência de lucros menores e, inclusive, de prejuízos, é o sistema que envolve maior risco de acordo com o coeficiente de variação médio calculado para o mesmo. Tal constatação evidencia a menor participação do sistema pré-germinado na produção do arroz irrigado no RS, que acaba se aplicando com maior expressão em municípios de regiões litorâneas pelas peculiaridades de clima e solo.

Com a realização deste estudo, foi possível inferir no processo decisório de produtores do arroz irrigado no RS, verificando que o sistema convencional ainda é uma técnica que envolve menor risco e o sistema de cultivo mínimo proporciona maior produtividade e possibilidade de auferir lucros maiores.

A maior participação deste sistema nas propriedades orizícolas do estado evidencia a racionalidade dos produtores na escolha da técnica bem como a importância que representam instituições de fomento à informação no setor, o que se configura na expressão do Instituto Riograndense do Arroz com apoio ao setor arroseiro. Constata-se a tomada de decisão dos produtores na direção certa em relação a qual sistema de produção adotar.

A contribuição do trabalho consiste em indicar uma aproximação das probabilidades de ocorrência de lucro quando o produtor decide empregar uma determinada técnica em sua produção. Ainda assim, os resultados não refletem a realidade de custos da cultura, sendo uma aproximação. Não foram considerados todos os custos da lavoura e sim, os principais custos variáveis e o custo fixo. Além disso, não foram consideradas as características naturais de solo e relevo que envolvem as regiões que serviram como objeto de estudo como determinantes de produtividade.

O trabalho apresenta outras limitações: a principal limitação do trabalho refere-se a que os dados de rendimento dos sistemas foram obtidos à nível de município. Assim, a série de rendimentos considerada para um sistema é influenciada pelos rendimentos dos outros sistemas

utilizados no mesmo município, já que se considerou o rendimento total do arroz ao nível de município. Desta forma, um trabalho de pesquisa continuada que deveria ser executada seria o acompanhamento da produção de arroz ao nível de produtor e ao longo dos anos.

Esta pesquisa continuada, com a coleta de informações ao nível de um grupo de produtores, classificados por sistema de produção e por região produtora, forneceria informações importantes ao longo dos anos, que possibilitariam repetir a pesquisa desta dissertação, com informações muito mais detalhadas e mais precisas.

Além disso, uma pesquisa continuada respaldaria as recomendações técnicas sobre qual o sistema mais adequado para cada região. Este é um desafio para um órgão como o Instituto Riograndense do Arroz (IRGA).

REFERÊNCIAS

- BORCHARDT, I. **Desenvolvimento de metodologia para elaboração de custos de produção das principais culturas exploradas em Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2004. 67 p.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 8 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1984.
- BURGO, M. N. **Caracterização Espacial de riscos na agricultura e implicações para o desenvolvimento de instrumentos para seu gerenciamento**. 2005, 116p. Dissertação. Escola Superior de Agricultura Eça de Queiroz – USP/ ESALQ, Piracicaba, 2005.
- CENTRO DE SOCIOECONOMIA E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA - CEPA. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://cepa.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 30 jan. 2009.
- CONAB. **Metodologia de cálculo de custo de produção da CONAB**. Brasília: CONAB, 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2008.
- DALCIN, D.; OLIVEIRA, S. V.; TROIAN, A.; LUCENA, L. P. **O processo de tomada de decisão e a teoria da contingência no setor agrícola**: um estudo de caso para o município de Boa Vista das Missões (RS). In: 5º Encontro de Economia Gaúcha. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/eventos/eeg/?p=aprovados>>. Acesso em: 01 jul. 2010.
- DUTRA, A.S.; MACHADO, J.A.D.; RARTHMAN, R. **Alianças estratégicas e visão baseada em recursos**: um enfoque sistêmico do processo de tomada de decisão nas propriedades rurais. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/11.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2009.
- EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Cultivo de arroz irrigado no Brasil: sistemas de produção - nov 2005**. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/index.php>>. Acesso em: 16 jun. 2009.
- FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS DO RIO GRANDE DO SUL - REDEAGRO. **Custo de produção, safra 2007/2008**. Disponível em: <<http://www.redeagro.com.br/sig/home/modulo14.php>>. Acesso em: 09 fev. 2009.

FERNANDES, C.A.B.A. **Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a Simulação de Monte Carlo.** Disponível em: <<http://www.bbbrothers.com.br/scripts/Artigos/MonteCarloExcel.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira.** 10.ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

GONÇALVES, J. L. M. **Efeito do cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes.** Anais do 1º Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Floresta. Curitiba, PR. 1995. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/seminario_cultivo_minimo/>. Acesso em: 16 ago. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 20 jun. 2009.

JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L.; OLIVEIRA, A. D.; COIMBRA, L. A.; SOUZA, A. **Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco.** Cerne, v.14, n.4, 2008, Universidade Federal de Lavras, p.268-378.

KAYSER, V. H. **Avaliação econômica de sistemas de plantio de arroz sob condições de risco no Rio Grande do Sul.** 1996, 138 p. Dissertação (Pós-Graduação em Economia Rural), UFRGS. Porto Alegre, 1996.

KOPITTKE, B. H.; FILHO, N. C. **Análise de investimentos.** 8 ed. São Paulo: Atlas, 1998.

LAZZAROTTO, J. J. *et al.* Volatilidade dos retornos econômicos associados à integração lavour-pecuária no Estado do Paraná. **Revista de Economia e Agronegócio.** Viçosa: UFV, v.7, n.2, p. 259-284, 2009.

MARQUES, P. A.; FRIZZONE, J. A. **Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas.** 2005, 150 p. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura Eça de Queiroz – USP/ ESALQ, Piracicaba, 2005.

MARTIN, N. B. *et al.* Custos: Sistema de Custo de Produção Agrícola. **Informações Econômicas.** São Paulo, v.24, n.9, set. 1994. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/tec1-0994.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2009.

PAULETTO, E. A.; GOMES, Algenor da Silva; PINTO, Luiz Fernando Spinelli; SOUSA, Rogério Oliveira de. Caracterização e manejo de solos de várzea cultivados com arroz irrigado. In: PESKE, Silmar Techer; SCHUCH, Luiz Osmar Braga; BARROS, Antônio

Carlos S. Albuquerque (Org.). **Produção de arroz irrigado**. 3.ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 1994. v. 1, p. 83-99.

PEREIRA, M. W. G.; ARÊDES, A. F.; TEIXEIRA, E. C. Avaliação Econômica do Cultivo de Trigo dos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná. **Revista de Economia e Agronegócio**. Viçosa: UFV, v.5, n.4, p. 591-610, 2007.

PÍFFERO, G. C. **A cultura do arroz**: sistemas de plantio. Web Rural. Disponível em: <<http://www.webrural.com.br/webrural/artigos/lavouras/arroz/arroz2.htm>>. Acesso em: 04 jun. 2009.

PINDICK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

RAMBO, A. G.; MACHADO, J. A. D. **Tomada de decisão em questões relativas ao desenvolvimento territorial**: capital social, empoderamento e governança na agricultura familiar. In: XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/655.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2010.

SAFRAS & MERCADO. **Safras & Mercado Agroeconômica**. Disponível em: <<http://www.safras.com.br>>. Acesso em: 18 ago. 2010.

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

SANTOS, J. C.; CAMPOS, R. T. **Metodologia para análise de rentabilidade e riscos de sistemas agroflorestais**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 16p. Disponível em: <<http://www.cpfac.embrapa.br/pdf/doc47.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2010.

SILVA, W. F. **Contribuição da simulação de Monte Carlo na projeção de cenários para gestão de custos na área de laticínios**. 2004, 104p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2004.

SIMON, H. A. **Comportamento administrativo**: estudo dos processos decisórios nas organizações administrativas. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1970.

SOARES, M. L. **Identificação dos elementos determinantes das decisões de produção do elo primário da cadeia produtiva do milho na região extremo-oeste do Paraná**. 2000, 125 p. Dissertação (Pós-Graduação em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campo Grande, 2000.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: estresses e sustentabilidade: desafios para a lavoura arrozeira.** In: VI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Porto Alegre: Pallotti, 2009, 619 p.

_____. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil .** In: V Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, XXVII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. Pelotas: Editoração Eletrônica: Embrapa Clima Temperado, 2007, 154 p.

STIGLITZ, J. E.; WALSH, C. E. **Introdução à microeconomia.** 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br/home/>>. Acesso em: 11 mar. 2010.

VARIAN, H . R. **Microeconomia: princípios básicos.** 7.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

WEBER, L.; MARCHEZAN, E.; CARLESSO, R. Sistemas de cultivos. **Ciência Rural.** Santa Maria, v.33, n.1, jan./fev. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n1/14139.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

WOILER, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Projetos: planejamento, elaboração e análise.** São Paulo: Atlas, 1996.

WRIGHT, P.; KROLL, M.; PARNEL, J. **Administração estratégica: conceitos.** São Paulo: Atlas, 2000.

ANEXO

ANEXO A - Base de dados para simulação

Ano	P do arroz	Proddompa	Prodita	Produrug	P adubo de base 05-20-20	q adubo de base(kg/ha)	P adubo de cobertura - uréia	
1990	0,524410535	4320,675105	4456,896552	4529,032258		0,842477342	270	0,871600899
1991	1,042935766	6221,25	5600	6000		0,652985987	270	0,724603456
1992	0,443058153	5100	5400	5500		0,53494575	270	0,628481196
1993	0,921592628	4150	4600	4900		0,854035	270	0,936265
1994	1,123462934	5700	5500	6000		0,753544305	270	0,886584382
1995	0,552952905	5600	5096	5400		0,766544148	270	1,043368541
1996	0,619758283	6160	5913,283019	6252,631579		0,888142325	270	1,133185277
1997	0,659609819	4700	4320,666238	5346,071904		0,802445876	270	0,868599322
1998	0,832681468	7104	6262	6740		0,740543194	270	0,637919111
1999	0,732042781	6030	5729,991943	6205,008671		0,928842772	270	0,693374647
2000	0,506774956	6874,487209	5531,000698	6655,540785		0,837946064	270	0,91171924
2001	0,504838277	6540	3284	7138,999721		0,881180156	270	0,846326164
2002	0,543393468	5344	4747,00006	5603,00014		0,882697312	270	0,869722944
2003	0,843534563	7100	6557	7353		0,95486673	270	1,110208969
2004	0,828207275	6845	6969,999804	6990,999622		1,020066098	270	1,225826144
2005	0,535342497	7713	7360	8321		0,839975703	270	1,071420984
2006	0,40377343	8128	6950	7654		0,712338392	270	0,902304857
2007	0,467937442	8260	7510	8148		0,896209243	270	1,012467952
2008	0,579910585	8256	7471	8237		1,6287084	270	1,58413315

Ano	q adubo de cobertura(kg/ha)	Semente	q Semente(kg/ha)	Inseticida - malathium(l)	q Inseticida (l)	Custo Fixo(cf/sc)
1990	200	1,07530622	120	31,72133	0,05	5,63
1991	200	1,14664348	120	24,28539356	0,05	5,63
1992	200	1,6501	120	24,16849815	0,05	5,63
1993	200	1,4478	120	35,62333333	0,05	5,63
1994	200	1,28124615	120	36,57960708	0,05	5,63
1995	200	1,09070523	120	28,07883652	0,05	5,63
1996	200	1,06124094	120	25,56800812	0,05	5,63
1997	200	1,02139925	120	28,06946393	0,05	5,63
1998	200	1,35274932	120	36,03592591	0,05	5,63
1999	200	0,98325364	120	37,50121707	0,05	5,63
2000	200	0,80852746	120	31,72650769	0,05	5,63
2001	200	0,94878043	120	32,06630501	0,05	5,63
2002	200	0,93051569	120	34,91538455	0,05	5,63
2003	200	1,40204277	120	37,20426773	0,05	5,63
2004	200	1,36960023	120	25,21574952	0,05	5,63
2005	200	0,92100877	120	30,5504977	0,05	5,63
2006	200	0,75975054	120	36,78308008	0,05	5,63
2007	200	0,83624223	120	27,08866304	0,05	5,63
2008	200	1,33811863	120	27,58132874	0,05	5,63