

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS – CEPAN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS

Débora Favero

RELAÇÃO RETORNO X RISCO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS

Porto Alegre,

2015

Débora Favero

RELAÇÃO RETORNO X RISCO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios (CEPAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof^o. Dr. Paulo Dabdab Waquil

Porto Alegre,

2015

CIP - Catalogação na Publicação

Favero, Débora Relação retorno x risco de sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas / Débora Favero. -- 2015.

93 f.

Orientador: Paulo Dabdab Waquil.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Risco. 2. Sistemas integrados de produção agropecuária. 3. Terras baixas. I. Waquil, Paulo Dabdab, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Débora Favero

RELAÇÃO RETORNO X RISCO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisa em Agronegócios (CEPAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

Aprovada em 23 de julho de 2015.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva - UFRGS

Prof. Dr. Christian Bredemeier – UFRGS

Dr. Danilo Menezes Sant'Anna – EMBRAPA

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dabdab Waquil - UFRGS

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Favero e Maria Fátima Favero, meus primeiros e eternos professores, minha base e meu porto seguro, e ao meu orientador, Paulo Dabdab Waquil pelo exemplo como profissional e, principalmente, como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à UFRGS - universidade pública, gratuita e de qualidade -, aos professores do CEPAN, por todo o conhecimento transmitido nesses dois anos, pela sabedoria, competência, companheirismo e paciência. Agradeço ao professor Homero Dewes, por abrir nossas cabeças para o mundo. À Débora, por ser sempre tão atenciosa e preocupada conosco.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, permitindo que eu realizasse o mestrado com dedicação exclusiva.

Aos meus pais, pela vida, amor, carinho e apoio incondicionais nesse caminho. Agradeço pela paciência, pelo sorriso, pelo abraço, pela mão que sempre se estendia quando eu precisava.

Ao meu querido orientador, professor Paulo Dabdab Waquil, por não desistir de mim, ser sempre disposto a nos atender, ajudando-nos a encontrar nosso caminho. Tu és um exemplo pessoal e profissional para todos que tem o prazer de estar ao teu lado.

Aos meus colegas de classe com quem construí laços fortes. Obrigada por todos os momentos em que fomos estudiosos, brincalhões, atletas e cúmplices. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês. Aqui, deixo meu agradecimento especial à Ana, que me acompanhou da graduação ao mestrado, queri.. isso não teria tanta graça sem ti!

Ao Thiago, por ser essa pessoa excepcional, por tantas e tantas vezes que tu me ajudaste nesse caminho, e pelas vezes que ainda me ajudará, muito obrigada, de coração. Tens teu espaço reservado dentro dele!

Às minhas amigas e irmãs de coração - Bruna e Mariana - que me acompanham desde os 9 anos de idade e que são a família que eu pude escolher, meus mais sinceros agradecimentos por estarem sempre presentes. À Lana, pelos intensos dois anos de vida, pelos puxões de orelha, pelo companheirismo e amizade que construímos. Amo vocês incondicionalmente. E ao Felipe, mesmo entrando na minha vida no final dessa etapa, tu fizeste a diferença. Obrigada por estar ao meu lado nos melhores e nos piores momentos. Que possamos passar por muitos outros, em terra firme ou no meio do oceano!

Obrigada a todos que, mesmo não estando citados aqui, contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desta etapa.

RESUMO

O setor agrícola é constantemente influenciado pelas conjunturas de mercado, as sazonalidades dos preços tanto de insumos quanto da produção afetam cada vez mais o produtor rural. O orizicultor domina as técnicas produtivas e as tecnologias, estando cada vez mais suscetível aos riscos da comercialização. Essa maior percepção dos riscos de mercado influencia diretamente sua tomada de decisão quanto à diversificação de cultivos. Nesse contexto os sistemas integrados de produção agropecuária ganham representatividade, reduzindo os riscos associados ao monocultivo de arroz, através da maior estabilidade da renda agrícola. Os objetivos deste trabalho são analisar as relações entre retorno e risco de diferentes sistemas produtivos de lavoura e pecuária, assim como sua integração; avaliar a importância relativa de cada atividade produtiva na formação da renda agrícola; criar cenários de aumentos de custos de produção e de valor da produção, avaliando seu impacto sobre os diferentes sistemas; analisar brevemente eficiência econômica, de uso da mão de obra própria e do uso da terra. Os sistemas produtivos analisados são: tradicional binômio arroz-pecuária (1), sistema pecuário (2), sistema similar ao tradicional com a inserção de soja (3), sistema mais diversificado e rotacionado no tempo (4), sistemas diversificados com menor uso da cultura do arroz (5 e 6). A análise do comportamento diferenciado dos sistemas permite a construção de relações Retorno x Risco, indicando que os sistemas 1, 3 e 4 possuem melhor relação retorno risco no cenário atual da propriedade, ou seja, possuem maior retorno, mas também maior risco, sendo recomendados para produtores menos avessos ao risco. Para produtores descapitalizados ou avessos ao risco o sistema 2 é o mais recomendado. Nas análises de sensibilidade para cenários futuros, a diversificação dos sistemas reduziu o impacto do aumento nos custos. A eficiência econômica, de uso de mão de obra e da terra, a cada ano-safra mostra as diferenças entre as atividades, sendo a pecuária a mais eficiente economicamente e ao mesmo tempo a que possui menor valor de cultivo por hectare. O arroz é a cultura dominante nos custos totais de produção por safra, já na formação do lucro total vêm perdendo espaço para a soja. Não existe, portanto, a recomendação de um sistema único, e sim a necessidade da formação de estratégias frente às condições do mercado. A interação de diferentes sistemas produtivos, dentro de uma propriedade, pode ser a resposta às mudanças do mercado no futuro.

Palavras chave: sistemas integrados de produção agrícola e pecuária, risco, terras baixas.

ABSTRACT

The agricultural sector is constantly influenced by market, the seasonality of prices, of both inputs and the final product, are increasingly affecting the farmers. The rice producer mastered the production techniques and technologies, but are more and more susceptible to marketing risks. This increased perception of market risk directly influences their decision making regarding to crop diversification. In this context the integrated crop-livestock production systems gain representativity as a viable and attractive alternative, bringing benefits in the productive, environmental and economic spheres, reducing the risks associated with rice monoculture, through the greater stability of agricultural income. The aims of this study is to analyze the relations between return and risk of different production systems of agriculture and livestock, as well as their integration; evaluate the relative importance of each productive activity in the formation of agricultural income; create scenarios of increases in production costs and in the value of production, evaluating their impact on different systems; briefly analyze economic efficiency, use of labor and land. The production systems analyzed are: traditional rice-livestock binomium (1), livestock system (2), similar to traditional system with soy insert (3), more diversified system and rotated in time (4), diversified systems with lower use of rice (5 and 6). The analysis of the behavior of the systems allows the construction of Return x Risk relationships, indicating that the systems 1, 3 and 4 have better risk return relationship for the current situation of the property, ie have higher returns but also greater associated risk, being recommended for less aversive to risk producers. To decapitalized producers or more aversive to risk, System 2 is the most recommended. In sensitivity analysis to production costs the diversification reduced the impact of increased costs. Economic efficiency, use of work and soil use, for each harvest year, shows the differences between the activities, being livestock the most economically efficient and at the same time the one with lower crop value per hectare. Rice is the dominant culture in the total production costs, in the formation of the total profit, however, has been losing ground for soybeans. There is no recommendation of a single system, but the necessity of setting strategies to market conditions. The interaction of various production systems may be the answer to market changes in the future.

Keywords: integrated crop-livestock production systems, risk, lowlands.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Produção e produtividade de arroz no Brasil e no Rio Grande do Sul.	32
Figura 2. Evolução da produção e da produtividade de arroz no RS, mostrando a contribuição do Projeto 10.	35
Figura 3. Evolução do custo de produção e rendimento de arroz no RS.....	38
Figura 4. Preços reais e nominais do arroz (saca de 50 kg) de 2006 a 2014. Preços reais deflacionados pelo IGPDI com base em setembro de 2014.....	38
Figura 5. Produção e volume exportado pelos três principais produtores de soja no mundo. .	42
Figura 6. Séries de preços de arroz e soja.....	44
Figura 7. Localização espacial dos diferentes sistemas produtivos analisados.	50
Figura 8. Estrutura dos custos de produção utilizados pelo IEA.....	54
Figura 9. Organização dos custos utilizados na análise dos dados.....	55
Figura 10. Importância relativa (%) de cada atividade produtiva no custo total da safra.	75
Figura 11. Importância relativa (%) de cada atividade produtiva no lucro total da safra.	76
Gráfico 1. Relação retorno x risco medida pela E-V (expectância – desvio-padrão).	65
Gráfico 2. Relação Retorno x Risco num cenário de 10% de aumento nos custos de produção do arroz.	67
Gráfico 3. Relação Retorno x Risco num cenário de 20% de aumento nos custos de produção do arroz.	69
Gráfico 4. Relação Retorno x Risco num cenário de 10% de aumento nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos da soja.....	71
Gráfico 5. Relação Retorno x Risco num cenário de 10% de aumento nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos de produção de soja, associados a um aumento de 10% na rentabilidade da soja.	72
Quadro 1. Sistemas de produção selecionados.....	49
Quadro 2. Esquema dos sistemas de produção selecionados.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Época média de semeadura das diferentes atividades agrícolas, por sistema.....	51
Tabela 2. Produtividade média das atividades por sistema (sc/ha).	51
Tabela 3. Indicadores produtivos e financeiros da pecuária de corte na propriedade analisada.	52
Tabela 4. Custos de produção de uma gleba de arroz (R\$/ha), no Sistema 1 - safra 2011/12.	56
Tabela 5. Receitas de uma gleba de arroz (R\$/ha), no Sistema 1 - safra 2011/12.	57
Tabela 6. Custos de produção por sistema e por safra, em R\$/ha (considerando pecuária no inverno em todas as áreas).	61
Tabela 7. Receita por sistema e por safra, em R\$/ha (considerando pecuária no inverno em todas as áreas).	61
Tabela 8. Lucro por sistema e por safra, em R\$/ha (considerando pecuária no inverno em todas as áreas).	61
Tabela 9. Resumo dos custos por safra dos sistemas produtivos e sua análise descritiva (R\$/ha).	62
Tabela 10. Resumo das receitas por safra dos sistemas produtivos e sua análise descritiva (R\$/ha).	63
Tabela 11. Resumo dos lucros por safra dos sistemas produtivos e sua análise descritiva (R\$/ha).	64
Tabela 12. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 10% nos custos de produção do arroz (R\$/ha).	66
Tabela 13. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 20% nos custos de produção do arroz (R\$/ha).	68
Tabela 14. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 10% nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos de produção da soja (R\$/ha).	70
Tabela 15. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 10% nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos de produção da soja, associados a um aumento de 10% na rentabilidade da soja (R\$/ha).	72
Tabela 16. Análise por safra dos custos, da média dos sistemas, demonstrando a importância de cada atividade no custo total da safra (R\$/ha).....	74
Tabela 17. Análise por safra dos lucros, da média dos sistemas, demonstrando a importância de cada atividade no lucro total da safra (R\$/ha).....	74
Tabela 18. Eficiência econômica das atividades	77

Tabela 19. Custo do uso da mão de obra própria, por atividade em cada safra	78
Tabela 20. Valor de cultivo/ha, por atividade, em cada safra.	78
Tabela 21. Produtividade média de arroz, por safra, com diferentes culturas/atividades antecessoras de verão.	79

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Cab/ha – número de cabeças (gado) por hectare

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

CV – Coeficiente de variação

EUA – Estados Unidos da América

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

FARSUL - Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul

FSA – USDA - Foreign Agricultural Service - United States Department of Agriculture

ha - Hectare

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEA - Instituto de Economia Agrícola

INIA - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz

kg/ha – Quilogramas por hectare (produtividade)

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MERCOSUL - Mercado Comum do Sul

NRC - National Research Council

OECD-FAO - Organização para a Cooperação e para o Desenvolvimento Econômico da
Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

SIPA – Sistema Integrado de Produção Agropecuária

SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado

UA/ha – Unidade Animal por hectare

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivos	17
1.1.1. <i>Objetivo geral</i>	17
1.1.2. <i>Objetivos específicos</i>	18
1.2. Justificativa.....	18
1.3. Hipótese.....	19
2. SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA (SIPA): CONTEXTO, CONCEITO, APLICAÇÕES, VIABILIDADE E DESAFIOS.	20
2.1. A agricultura no século XXI	20
2.2. Conceito e aplicações de sistemas integrados de produção agropecuária.....	22
2.3. Risco e a viabilidade dos SIPAs.....	27
2.4. Desafios dos SIPAs	30
3. ARROZ, SOJA E PECUÁRIA – PANORAMAS PRODUTIVOS E IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DAS ATIVIDADES.....	32
3.1. Produção de arroz.....	32
3.1.1. <i>Produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul</i>	33
3.2. Importância socioeconômica do arroz.....	36
3.3. A necessidade de rotação de culturas e a adaptação da soja ao ambiente de terras baixas.....	39
3.4. Importância socioeconômica da soja.....	42
3.5. Panorama da bovinocultura de corte gaúcha	44
3.5.1. <i>Indicadores zootécnicos e produtivos</i>	45
3.6. Cenário da pecuária brasileira	46
4. METODOLOGIA	48
4.1. A seleção dos sistemas de produção e a caracterização das atividades agrícolas e pecuária.....	48
4.2. Coleta de dados e construção dos fluxos de caixa: os custos de produção e as receitas ...	53
4.3. Análise dos dados	57
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1. Análise descritiva e a análise de fronteira eficiente E-V.....	60
5.2. Análises de sensibilidade.....	65
5.2.1. <i>Cenário 1: aumento de 10% nos custos de produção do arroz</i>	66
5.2.2. <i>Cenário 2: aumento de 20% nos custos de produção do arroz</i>	67

5.2.3. Cenário 3: aumento de 10% nos custos de produção de arroz e de 30% nos custos de produção de soja	69
5.2.4. Cenário 4: aumento de 10% nos custos de produção de arroz e de 30% nos custos de produção de soja associados a uma aumento de 10% na rentabilidade da soja.....	71
5.3. Análise por safra das atividades agropecuárias	73
5.4. Análise de eficiência econômica, de uso da mão de obra própria e do uso da terra	77
5.5. Análise da produtividade de arroz cultivado após arroz, após pecuária e após soja	79
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS	84

1. INTRODUÇÃO

A produção de arroz no Brasil é originária, principalmente, das lavouras irrigadas do Rio Grande do Sul (RS), onde são cultivados anualmente cerca de 1,2 milhão de hectares desse cereal, produzindo o correspondente a 60% e 25% da produção nacional e latino americana do grão, respectivamente. No contexto estadual, a cadeia produtiva do arroz tem significativo impacto socioeconômico, já que emprega, direta e indiretamente, mais de 200 mil pessoas. A produção total no Estado tem sido, na média dos últimos anos, de cerca de 7 milhões de toneladas (CONAB, 2013), o que faz do cultivo do arroz uma das principais atividades agrícolas do Rio Grande do Sul.

Apesar de atingir recordes de produtividade e conquistar estabilidade na produção, o setor produtivo enfrenta dificuldades em decorrência do monocultivo. As constantes oscilações do mercado, a falta de diversificação de produtos, o uso crescente de insumos aumentando os custos de produção e as dificuldades no controle do arroz-vermelho, principal invasora da cultura, fazem com que haja o comprometimento da renda nas propriedades, que buscam alternativas para continuarem ativas e produtivas. Um exemplo desse cenário desfavorável foi verificado na safra 2010/11, quando foi alcançada a marca recorde de 9 milhões de toneladas produzidas no RS. Em contrapartida, o preço pago ao produtor despencou a patamares insustentáveis, tanto pelo excedente nacional, quanto pelo alto volume importado de países vizinhos do MERCOSUL, como Uruguai e Argentina.

A prática da monocultura do arroz constitui-se um agravante nesse cenário, especialmente após o advento da tecnologia Clearfield® (variedades de arroz resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, o que permite o controle do arroz vermelho). Esta tecnologia acentuou o monocultivo de arroz no Estado ao permitir que os arrozeiros utilizassem áreas antes consideradas condenadas ao cultivo, pelo excesso de arroz vermelho. O uso continuado dessa ferramenta em monocultivos, entretanto, gerou inúmeros casos de resistência do arroz vermelho ao herbicida empregado para o seu controle, o que tem ocasionado sistemática redução na produtividade de grãos, pela crescente infestação e competição com o arroz vermelho em extensas áreas do Estado.

Os fatores elencados acima podem tornar a atividade orizícola insustentável para uma grande parcela de produtores de arroz a médio e longo prazos no Rio Grande do Sul, gerando nefasto impacto social sobre comunidades excessivamente dependentes da cadeia produtiva do arroz. Uma das alternativas para reversão desse quadro é o estímulo à adoção de sistemas integrados de produção em terras baixas, com vistas à diminuição de riscos e maior retorno

econômico. Entretanto, são escassos os trabalhos científicos que fomentem a diversificação nesse ambiente tanto no Rio Grande do Sul, quanto em Santa Catarina, o que dificulta a transferência de tecnologia, muito embora haja muitos produtores adotando a rotação de culturas e integração lavoura-pecuária em terras baixas com sucesso.

O conceito e o uso de sistemas integrados de produção e sua utilização é uma tendência observada em todo o mundo, onde, nas mais variadas situações, é buscado o sinergismo entre os agentes e as atividades envolvidos. No caso das terras baixas do RS não é diferente, com uma demanda crescente de informações sobre o assunto e com a cultura da soja, do milho e a pecuária ganhando destaque.

Em áreas de arroz irrigado, a utilização de outros cultivos complementares ao arroz justifica-se por aspectos econômicos, técnicos e ambientais. Quanto ao aspecto econômico, as áreas de arroz irrigado apresentam grande potencial para uso mais intensivo, especialmente no estado do Rio Grande do Sul, que possui cerca de 5,4 milhões de hectares de terras baixas. Destes, em torno de 3,0 milhões de hectares são utilizados com arroz irrigado, dos quais anualmente cultiva-se pouco mais de um milhão de hectares. Quase todo o restante da área é predominantemente utilizado com pecuária de corte extensiva. Outro potencial econômico de uso destas áreas é a infraestrutura de irrigação disponível, da cultura do arroz irrigado, podendo ser utilizada nos períodos de déficit hídrico em outras culturas, garantindo maior estabilidade de rendimento (SOSBAI, 2012).

Quanto ao aspecto técnico, o uso continuado de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação no arroz irrigado e seus problemas associados tem motivado a busca por sistemas de rotação e sucessão de culturas, que são uma das estratégias mais eficazes de desinfestação de sementes de arroz-vermelho no solo (chegando a 80% de redução das sementes viáveis em dois anos – em sistemas de rotação com sorgo), quando se utiliza outras espécies de verão, como a soja, o milho ou o sorgo, na rotação com arroz irrigado. Outro aspecto positivo da utilização de sistemas de rotação e sucessão de culturas em áreas de arroz irrigado relaciona-se à ciclagem de nutrientes, contribuindo para diminuir as perdas de nutrientes e a contaminação de cursos de água. A adição de resíduos de culturas constitui-se numa forma eficaz de aumentar o teor de matéria orgânica dos solos, podendo contribuir para o aumento de seu potencial produtivo. No aspecto ambiental, há a necessidade de minimizar o uso de agrotóxicos, pois, além de elevar os custos, há o risco de contaminação dos alimentos e do ambiente (SOSBAI, 2012).

As informações de pesquisa hoje disponíveis e o uso em propriedades indicam que o potencial de uso de forrageiras durante o período de inverno em áreas de arroz irrigado ainda

pode ser mais bem explorado. Além do uso mais intensivo das áreas de arroz irrigado, a integração lavoura-pecuária, desde que bem realizada, proporciona maior sustentabilidade ao processo de produção agrícola, constituindo em um sistema mais conservacionista de utilização da área. Apesar das pesquisas demonstrarem estas vantagens no Brasil e no mundo ainda existe necessidade de trabalhos científicos que evidenciem a viabilidade destas práticas agropecuárias, de sistemas de difusão de conhecimento e tecnologias mais próximos ao produtor rural. Sistemas integrados de produção apresentam vantagens agrônômicas, sociais, ambientais e econômicas, bem como redução de riscos e geração de receitas de forma continuada ao longo do ano. Dessa forma, estudos envolvendo análises econômicas e de risco em sistemas integrados, de produção agrícola e pecuária em terras baixas são necessários, podendo os mesmos fornecer subsídios para a adoção de novos modelos de produção, mais rentáveis e sustentáveis.

Visando reduzir esse déficit de trabalhos nas terras baixas, este trabalho busca demonstrar através da formação de diferentes sistemas produtivos agropecuários, que ocorrem concomitantemente dentro de uma propriedade (estudo de caso), o impacto da utilização de SIPAS sobre a gestão de propriedade. Serão, para tanto, utilizados dados de custo de produção e de receitas agrícolas, assim como evoluções anuais de lavoura e pecuária nos anos safra de 2006/07 a 2012/13, para analisar a relação entre retornos e riscos de diferentes sistemas de produção agropecuários, em diferentes cenários produtivos; a importância relativa de cada atividade produtiva na formação dos custos e lucros totais de cada ano (analisando os sistemas em conjunto); assim como construir análises de utilização de mão de obra, terra e eficiência do uso dos recursos (eficiência econômica).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Analisar as relações retorno x risco da adoção de sistemas integrados de produção em terras baixas em um estudo de caso, buscando gerar informações para a difusão dos sistemas integrados de produção agropecuária, para a manutenção sustentabilidade econômica, ambiental e cultural da atividade orizícola no Rio Grande do Sul, através de novos conceitos de produção, onde o arroz passe a fazer parte de um sistema produtivo diversificado.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Analisar as relações entre retorno e risco de diferentes sistemas produtivos de lavoura e pecuária, assim como sua integração, utilizados nas terras baixas;
- b) Avaliar a importância relativa de cada atividade produtiva na renda agrícola das unidades produtivas;
- c) Criar cenários de aumentos de custos de produção e de valor da produção, avaliando seu impacto sobre os diferentes sistemas, formando novas análises das relações retorno e risco de acordo com as perspectivas de mercado para as próximas safras;
- d) Analisar a eficiência econômica (relação entre valor do produto gerado e custos de produção), de uso da mão de obra própria e do uso da terra.

1.2. Justificativa

Existem interessantes resultados de pesquisa que demonstram as viabilidades técnica e econômica em se diversificar as explorações agropecuárias das propriedades rurais, porém, a maioria desses trabalhos não permite a obtenção de conclusões, principalmente a médio e longo prazos, sobre o comportamento econômico das propriedades rurais, que pode ser associado à adoção de determinados sistemas ou práticas de produção agropecuária (MEDEIROS, 1978; AMBROSI et al., 1998; FONTANELI et al., 1998; COSTA et al., 2006; SILVA; DHEIN, 1994; RUEDELL, 1998; SAMAHA et al., 1998).

A diversificação em questão é plenamente justificada, pois dependendo das atividades que são incluídas em um sistema de produção, existe tendência de redução de riscos não sistemáticos, ou seja, que estão associados com possíveis mudanças específicas nos preços e/ou nas produtividades dos produtos explorados pelos agricultores. A integração de lavouras com atividades de pecuária pode beneficiar, principalmente, dois tipos de sistemas de produção: aquele baseado somente no monocultivo de grãos e aquele com exploração apenas de pecuária, sobretudo em áreas com degradação de pastagens (MORAES et al., 2004; SACOMAN, 2004; WEISENSEL; SCHONEY, 1989; POPP; RUDSTROM, 2000).

Entretanto, grande parte desse conhecimento adquirido é aplicável a terras altas e culturas de sequeiro e pouco tem sido feito em relação às terras baixas. Este trabalho busca trazer luz a esse importante sistema produtivo no Estado, abrindo caminho para uma série de

outros estudos necessários para estimular a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária nas terras baixas.

1.3. Hipótese

A utilização de sistemas integrados de produção em áreas de cultivo de arroz é uma alternativa viável economicamente, proporcionando ao sistema produtivo, além do benefício direto da diversificação a complementaridade da renda, a redução o risco associado a atividade agropecuária. A diversificação é capaz, portanto, de reduzir os impactos dos custos de produção ou dos valores da produção, demonstrando a importância da interação de diferentes sistemas produtivos dentro de uma propriedade.

2. SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA (SIPA): CONTEXTO, CONCEITO, APLICAÇÕES, VIABILIDADE E DESAFIOS.

2.1. A agricultura no século XXI

Em 2012, a população mundial atingiu 7 bilhões de pessoas e isto veio acompanhado pela rápida urbanização. O ano de 2008 foi um divisor de águas, no qual, pela primeira vez, mais da metade da população humana (3,3 bilhões) vivia em áreas urbanas. Espera-se, em 2030, que esse número cresça para quase 5 bilhões, em um crescimento urbano sem precedentes, particularmente na África e na Ásia. O aumento da população humana cria uma pressão considerável sobre os sistemas alimentares e ecológicos. Globalmente, os ecossistemas têm cumprido com a crescente demanda por alimentos nos últimos 50 anos, a disponibilidade de alimentos básicos, como cereais aumentou a um ritmo mais rápido do que o crescimento da população, enquanto a área de terra que está sendo colhida manteve-se aproximadamente constante, ou seja, a produção está sendo intensificada com sucesso (HERRERO *et al.*, 2012).

De acordo com trabalho recente da FAO, com projeções de população e renda, em longo prazo a produção mundial de alimentos precisa aumentar mais de 40% até 2030 e 70% até 2050, em comparação aos níveis médios de 2005-07. Existem cerca de 6 bilhões de hectares disponíveis para uso na agricultura, que poderiam ser acrescentados aos atuais 1,4 bilhão de hectares de terras já cultivados. Mais da metade da terra disponível está na África e na América Latina, onde a terra disponível possui a maior classe de aptidão para a produção de culturas de sequeiro. Contudo, a expansão histórica de terra arável tem sido lenta e inserir mais terras marginais à produção pode envolver um investimento considerável e rendimentos médios mais baixos, além de incorrer em custos sociais e ambientais (OECD-FAO, 2009).

Além dos problemas tradicionais de produção, os produtores agrícolas também enfrentam mudanças sociais e políticas, mudanças nas expectativas dos consumidores, na preocupação com a saúde pública, flutuações do mercado, avanços tecnológicos e uma política agrícola que evolui rapidamente. O aumento da especialização pode ter efeito negativo tanto sobre a consciência ambiental e fatores sociais, como sobre a satisfação do agricultor e das comunidades rurais. Outra questão de suma importância num futuro próximo é a disponibilidade de água para uso agrícola. Dentro dos usos consuntivos da água, os sistemas de irrigação e dessedentação animal logo estarão competindo com o uso humano –

abastecimento público. Sistemas que utilizem melhor os recursos hídricos tendem a ganhar importância e destaque (SASSENATH *et al.*, 2009; HENDRICKSON *et al.*, 2008).

A volatilidade dos fatores externos (por exemplo, os preços dos combustíveis, política agrícola, mercados) e internos (por exemplo, as decisões de gestão) para a agricultura faz da economia de curto prazo uma preocupação fundamental para os agricultores. As decisões de produção são feitas com base em minimizar os riscos e maximizar o retorno (SASSENATH *et al.*, 2009). Sistemas altamente especializados comumente utilizam métodos econômicos (por exemplo, através de contratos) em vez de métodos biológicos (como a rotação de culturas) para gerir o risco, tornando-se mais vulneráveis às mudanças futuras. Ter capacidade de adaptação é fundamental para lidar com novas incertezas. As mudanças na agricultura ocorrerão cada vez mais rapidamente, à medida que os agricultores têm maior acesso à informação e os desafios da agricultura no futuro serão mais difíceis do que no passado (HENDRICKSON *et al.*, 2008).

O Comitê em sistemas agrícolas do século 21 (NRC, 2010) traçou quatro metas para a agricultura no futuro: (1) satisfazer as necessidades humanas de alimentos, rações e fibras e contribuir para as necessidades de biocombustíveis, (2) melhorar a qualidade ambiental e da base de recursos, (3) manter a viabilidade econômica da agricultura e (4) melhorar a qualidade de vida dos produtores, trabalhadores rurais e da sociedade como um todo. Uma das recomendações do NRC (2010) foi a implementação de uma abordagem transformadora para a pesquisa agrícola, "identificar e pesquisar o potencial de novas formas de sistemas de produção que representem uma mudança dramática (em vez de melhoria incremental dos) dos sistemas dominantes da atual agricultura americana". Essas novas abordagens não somente devem melhorar o desempenho econômico e a produtividade dos sistemas agrícolas convencionais e industriais, mas também prevenir e mitigar os seus potenciais efeitos negativos sobre a erosão do solo e sobre a qualidade da água (NRC, 2010).

A agricultura nacional, especialmente nas três últimas décadas, vem seguindo a tendência global da especialização, baseada em tecnologias de insumos, o que vem multiplicando notavelmente a capacidade do país de produzir alimentos por unidade de área cultivada. Geralmente, a consequência dessa corrida produtivista é a perda da diversidade e a poluição do ambiente por excesso de nutrientes e de resíduos de defensivos agrícolas, bem como a fragmentação de *habitats* (LEMAIRE *et al.*, 2013; FRANZLUEBBERS *et al.*, 2014; NGXETWANE, 2011). Na metade sul do Rio Grande do Sul, onde as áreas agricultáveis apresentam maior aptidão ao cultivo de arroz irrigado, isso não é diferente.

Esse cenário sinaliza a urgente necessidade de mudanças na forma de se produzir alimentos pelo uso de tecnologias mais equilibradas e em sintonia com os novos requerimentos de comprometimento ambiental. Nesse sentido, os sistemas integrados vêm retomando interesse, pois eles são comprovadamente mais sustentáveis e mais resilientes, em relação aos sistemas agrícolas modernos (CARVALHO *et al.*, 2010; RUSSELLE *et al.*, 2007; NGXETWANE, 2011; CARR; POLAND, 2004).

2.2. Conceito e aplicações de sistemas integrados de produção agropecuária

É importante primeiramente diferenciar sistemas diversificados de sistemas integrados. A diversificação ocorre quando os componentes coexistem, mas ocorrerem de forma independente na fazenda. Sua combinação serve para reduzir os riscos, mas suas interações são mínimas. Por outro lado, a integração lavoura-pecuária, definida como a fusão dos duas ou mais atividades em uma fazenda, ocorre quando os componentes são interdependentes (IIYAMA *et al.*, 2007). Os sistemas integrados de produção são, portanto, arranjos que exploram a diversificação na propriedade, alternando sistemas e cultivos numa mesma área e visam a otimização de recursos, além da sustentabilidade ecológica e econômica das atividades exploradas.

Sistemas integrados de produção agrícola e pecuária diferenciam-se dos demais pela presença do animal, que influencia e modifica a dinâmica dos nutrientes no solo (DORAM, 2002). Como conceito tecnológico é tão antigo quanto a domesticação dos animais e das plantas, com vários países o utilizando em combinações de atividades tão distintas quanto à diversidade dos sistemas de produção existentes (CARVALHO *et al.*, 2009).

Os sistemas integrados de produção agrícola e pecuária são caracterizados por explorar sinergismos e propriedades emergentes, frutos de interações nos compartimentos solo-planta-animal-atmosfera de áreas que integram atividades de produção agrícola e pecuária (MORAES *et al.*, 2012). São interações planejadas em diferentes escalas espaço-temporais, abrangendo a exploração de cultivos agrícolas e produção animal na mesma área, de forma concomitante ou sequencial, e mesmo entre áreas distintas. Um dos requisitos básicos para o sucesso desses sistemas é a necessidade de cobertura do solo, pela adoção do Plantio Direto, aliado a diversidade de rotações, mais o efeito do pastejo, que interagem de forma sinérgica aportando, aos sistemas integrados, novas propriedades (CARVALHO *et al.*, 2010; NRC, 2010).

As interações sinérgicas dos componentes destes sistemas possuem efeito significativo e positivo total que é maior do que a soma de seus efeitos individuais (EDWARDS *et al.*, 1988; ANGHINONI *et al.*, 2011). O grau de interações sinérgicas é dependente do quão complexo é o sistema em relação às suas características de diversidade, temporalidade e espacialização. Quanto maior a diversidade de componentes e a temporalidade com que os arranjos de integração se repetem e quanto menor o espaço físico de interação entre os componentes, maior a possibilidade de ocorrência de processos sinérgicos (ANGHINONI *et al.*, 2011). A organização dessas três dimensões gera as propriedades dos sistemas integrados. Quanto mais diversos o forem, mais se aproximam dos processos ecossistêmicos naturais e mimetizam seu funcionamento em equilíbrio (KIRSCHENMANN, 2007). A escolha dos componentes, assim como a estratégia de seus arranjos no espaço e no tempo definirão a natureza (elementos envolvidos) e a magnitude (quantidade dos fluxos) dos ciclos biogeoquímicos presentes. Nesse sentido, o subtropical brasileiro permite o uso de várias famílias de plantas, anuais e perenes, de distintos ciclos metabólicos, o que resulta em possibilidade única para se organizar os mais diferentes arranjos espaço-temporais em sistemas integrados (ANGHINONI *et al.*, 2011).

Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) têm, portanto, o potencial de fornecer uma infinidade de benefícios para o solo, conservação da água e na eficiência da ciclagem de nutrientes, além de reduzir o risco econômico e aumentar a rentabilidade, maximizando o uso da terra (FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2007; GLIESSMAN, 2005). Os SIPAs podem otimizar o uso dos recursos disponíveis, aumentando a diversidade de culturas, minimizando os riscos econômicos e os efeitos ambientais negativos dos sistemas mais especializados. Estudos nos EUA mostram que esses sistemas podem beneficiar os produtores em utilizar forma mais eficiente os recursos agrícolas, explorar os processos de controle de pragas naturais, diminuindo a necessidade de pesticidas sintéticos, reduzir a quantidade de fertilizantes químicos por unidade de área, minimizando os riscos ambientais decorrentes, e melhorar a qualidade e produtividade do solo (FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2007; RUSSELLE *et al.*, 2007; FRANZLUEBBERS, 2009; FSA-USDA, 2014; FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2014).

Além disso, os benefícios incluem a adição de valor aos resíduos de culturas com pequenos custos de insumos adicionais, reduzindo o custo da alimentação do gado. Desvantagens potenciais da integração lavoura-pecuária incluem a compactação do solo, com possíveis efeitos negativos sobre a produção agrícola, principalmente quando esses sistemas são mal manejados. Além de fatores técnicos, a integração exige uma melhor gestão das

atividades, que se torna naturalmente mais complexa, no acesso a diferentes mercados, exigindo do produtor o conhecimento sobre o acesso a estes mercados, que muitas vezes são de difícil acesso ou até mesmo não existentes na região de cultivo, na disponibilidade de estruturas para armazenamento e secagem de diferentes produções (SANDERSON *et al.*, 2013).

A integração espacial e temporal de lavouras e pecuária na mesma base territorial pode ocorrer, entre outros, através de rotações de culturas de grãos com pastagens perenes, rotações de culturas de grãos com pastagens anuais e através da utilização de resíduos de colheita de grãos para pastagem de gado (SULC; TRACY, 2007). Em um sistema de integração lavoura-pecuária, pastagens permanentes podem fornecer pasto da primavera ao outono, enquanto forrageiras anuais podem ser cultivadas entre as culturas de grãos para fornecer pastagem do outono até cedo no inverno e novamente no início da primavera. Estender a estação de pastejo reduziria a suplementação necessária para alimentar o gado, reduzindo, assim, os custos e aumentando a rentabilidade (ANDERSON; SCHATZ, 2002; SULC; TRACY, 2007).

Um fator relevante na adoção de um sistema que inclua a pecuária é a utilização da intensidade de pastejo adequada durante essa fase, que é uma variável chave no manejo, influenciando a estrutura da pastagem (FRANZLUEBBERS, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Segundo Oliveira *et al.* (2013), o retorno econômico do sistema é maior quando o pasto é mantido entre 10 e 20 cm (consórcio aveia preta e azevém). O pastejo, desde que ajustado à capacidade de suporte, é ponto importante, pois melhora a biomassa microbiana de carbono do solo, tem pouco efeito negativo sobre a compactação da superfície do solo, e limita a degeneração da rede de poros do solo que influencia a infiltração de água. As culturas de cobertura têm capacidade de proporcionar uma dieta abundante e de alta qualidade, trazendo altos desempenhos ao gado. Dados indicam que a produção integrada de lavoura e pecuária pode não necessariamente suprimir a produtividade das culturas, mas poderia até mesmo ter aumentos de produtividade, especialmente se for cultivada sob práticas conservacionistas (FRANZLUEBBERS, 2009; GEORGE *et al.*, 2013; FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2007; FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2014).

A utilização deste tipo de pastejo (moderado) permite manter melhor agregação das partículas do solo e isso faz com que exista maior aeração do mesmo, permitindo adequado desenvolvimento do sistema radicular das plantas. A presença dos animais favorece os efeitos da calagem aplicada na superfície do solo, sem incorporação, onde há a ação conjunta do pastejo (alteração dos atributos físicos do solo), do resíduo das culturas (biomassa vegetal

sobre o solo) e dos excrementos dos animais (ligantes orgânicos) (CARVALHO; MORAES, 2011).

Com relação à produção animal, os pastejos moderados permitem desempenhos individuais e por unidade de área próximos de seus níveis máximos (CARVALHO *et al.*, 2007). A estrutura do pasto pode variar consideravelmente em relação ao manejo imposto, com consequências na produção animal durante a fase da pastagem, bem como nas condições de solo e na palhada para a produção de grãos. A intensidade do pastejo é dada pela pressão de pastejo, relação entre a carga animal e a quantidade de forragem presente na pastagem (FGTC, 1991).

Trabalhos em todo mundo mostram que SIPAs também trazem aumento dos teores de matéria orgânica, da atividade microbiana e no sequestro de carbono no solo; reduzem a quantidade de água utilizada para irrigação e melhoram o aproveitamento das precipitações; reduzem a quantidade de fertilizantes químicos e pesticidas, as perdas de nitrogênio e fósforo; reduzem as erosões hídricas e eólica e levam ao aumento do carbono orgânico do solo e dos teores de N no solo perto da superfície. Se bem conduzidos, aumentam, portanto, a sustentabilidade e a resiliência dos sistemas produtivos (MARTIN; LANSFORD, 2007; ARS-USDA, 2008; GHIMIRE, 2013; PRÉCHAC *et al.*, 2002; CARR; POLAND, 2004; ACOSTA-MARTÍNEZ *et al.*, 2004).

Os sistemas de produção integrados constituem-se como uma das formas mais importantes de uso do solo em países em desenvolvimento, contribuindo com 35% da produção global de cereais. Essas áreas também geram o grosso dos produtos de origem animal no mundo em desenvolvimento, e empregam milhões de pessoas em fazendas, mercados formais e informais, plantas de processamento e outras partes das longas cadeias de valor. SIPAs podem ser a chave para a segurança alimentar no futuro, sendo que dois terços da população mundial já vive nesses sistemas e grande parte do crescimento futuro da população ocorrerá neles (BELL; MOORE, 2012; HERRERO *et al.*, 2010). Os sistemas produtivos mais utilizados ainda são baseados principalmente na experiência, tradição e no empirismo dos proprietários, com pouco conhecimento científico. A proposta que está em jogo agora é qualificar estes sistemas, aproveitando melhor suas interdependências e benefícios mútuos.

Em muitas regiões do Brasil, há pastagens degradadas que poderiam se beneficiar de sistemas integrados para aumentar a produção agrícola e pecuária. Segundo dados da CONAB (2013), o RS tem 6,4 milhões de hectares cultivados anualmente com soja, milho e arroz. Nos últimos anos, cerca de 1,1 milhões de hectares foram cultivados com culturas de inverno,

como trigo, aveia e cevada. A área restante, ou seja, 5,3 milhões de hectares permaneceu sem cultivos no outono e inverno, com solo exposto ou semeado com culturas de cobertura. Os SIPAs são estratégia potencial para aumentar a produção nestas áreas e reduzir o risco financeiro para os agricultores (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

No sul do Brasil, esse tipo de sistema tem sido proposto como alternativa para diminuição do risco na atividade agrícola e alternativa ao menor interesse nas rotações com culturas de inverno (CARVALHO *et al.*, 2006). Encontra maior adoção nas áreas do planalto, tanto no estado do Paraná quanto no Rio Grande do Sul, onde a soja ou o milho são estabelecidos no verão, enquanto pastagens cultivadas são exploradas no inverno.

Protocolos experimentais de longa duração têm demonstrado a eficiência desses sistemas ao longo dos anos. O paradigma de que a presença dos animais pudesse trazer prejuízos ao sistema foi quebrado e diversos trabalhos publicados ao longo dos anos demonstraram que pastejos moderados podem melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (CARVALHO *et al.*, 2010). Moraes *et al.* (2012) revisaram 23 trabalhos no subtropical brasileiro, onde o rendimento de grãos (soja, milho, feijão e trigo) de áreas em rotação com cobertura pastejada foi comparado com áreas de cobertura não pastejada, sendo os efeitos positivos do pastejo no rendimento de grãos notados na totalidade dos trabalhos que usaram pastejo moderado.

Nas terras baixas, embora compartilhem as mesmas áreas de produção em inúmeras propriedades, a forma como se caracteriza o binômio arroz-pecuária não pode ser considerado como um sistema integrado de fato, pois trata cada atividade de forma individualizada. Existe um contrastante desequilíbrio tecnológico, onde na lavoura de arroz utiliza-se alta tecnologia em comparação com a pecuária. Os índices de produtividade pecuários são baixos, se assemelhando aos exibidos no sistema tradicional extensivo, de produção baseada na pastagem nativa (SAIBRO; SILVA, 1999), assim como verificado na pecuária leiteira, de fraco desempenho produtivo (REIS, 1988).

Não estando integrado a sistemas de produção agrícolas ou agropecuários, o cultivo de arroz caracteriza-se como uma monocultura (AZAMBUJA *et al.*, 2004), estando sujeito a todos os riscos inerentes a este tipo de produção, como quebras de safra, oscilações de mercado, entre outros. O monocultivo e práticas culturais inadequadas na agricultura, como o preparo convencional do solo, têm causado queda na produtividade e degradação do solo e dos recursos naturais (MACEDO, 2009). Nesse sentido, e como contraponto, as propriedades agrícolas, em geral, necessitam de alternativas de rotação que possam intensificar o uso da

terra, aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção e melhorar a renda (CARVALHO *et al.*, 2009)

Este modelo de monocultura de arroz e seus claros sinais de esgotamento e a pesquisa que se desenvolveu a partir disto, tem como consequência direta o aumento da diversificação de cultivos na região arrozeira, principalmente pela inserção da soja. Quando a tecnologia é bem aplicada, o retorno é assegurado. A tomada de decisão em relação ao uso mais racional e intensivo do solo é uma das mais importantes dentro do processo produtivo, pois envolve o planejamento e definições que contribuirão decisivamente para a obtenção de rendimentos e retornos econômicos mais satisfatórios (GOMES *et al.*, 2002).

Entretanto, e a exemplo do que ocorre em terras altas, a proposta de integração lavoura pecuária na metade sul do RS também sofre ressalvas. Uma das principais barreiras à sua adoção é o paradigma de que os animais causam compactação no solo (“lenda do casco”), a despeito de muitos trabalhos demonstrarem que pastejos moderados podem melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (CARVALHO *et al.*, 2010). A adoção, com sucesso, de sistemas integrados de produção por produtores rurais em terras baixas em todas as regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul, embora esparsa, sinaliza a possibilidade de massificação desse conceito de produção, o que deve ser facilitado e fomentado pelas instituições de pesquisa engajadas com essas comunidades.

Países como o Uruguai e Argentina vêm apresentando resultados de pesquisa consistentes e de longo prazo e, devido à semelhança de clima, solo e cultura de produção, os dados gerados podem servir de modelo ao Rio Grande do Sul. Pesquisadores do Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), do Uruguai, por exemplo, vêm conduzindo, desde 1999, experimentos com o objetivo de validar novas tecnologias em sistemas envolvendo arroz e pecuária. Os resultados obtidos demonstram o controle do arroz vermelho, menor incidência de pragas e doenças na lavoura do arroz, incremento de 15% na produção de arroz, além de produção anual média de 250 kg/ha de carne (bovina e ovina) e 13 kg/ha de lã (INIA, 2009). As análises financeiras sugerem maior segurança e incremento de renda com a diversificação das receitas ao longo dos anos, com uma atividade compensando a outra em determinados períodos.

2.3. Risco e a viabilidade dos SIPAs

Não há na literatura, uma definição única e clara sobre risco, podendo ser visto como uma incerteza, estando associado aos conceitos de perda e adversidade, afetando o bem-estar

dos indivíduos, ou como a perda potencial que um evento desfavorável pode ocasionar. É importante, entretanto, diferenciar os conceitos de incerteza e risco. Risco é a possibilidade de ocorrência de resultados adversos em determinada ação e incerteza é quando cada consequência possui um número de possíveis resultados (BORGES, 2010; FINGER et al., 2012). Os produtores rurais tendem a ser mais avessos aos riscos que os demais gestores, devendo, portanto, identificar quais riscos estão dispostos a assumir, visando a maximização dos lucros. Diversos fatores influenciam a percepção do risco pelos agricultores, afetando diretamente o processo de tomada de decisão (BORGES, 2010). Os fatores de risco na agricultura podem ser divididos, segundo Kimura (FINGER et al., 2012) em: riscos de produção (clima, solo, tecnologia, pragas e doenças), operacionais (plantio, adubação, irrigação, etc) e financeiros (cenários econômicos e políticos) e de mercado (flutuações preços produtos).

Sistemas integrados de produção têm sido propostos como solução tecnológica para atender critérios de sustentabilidade, mas tal assertiva tem-se baseado principalmente em indicadores agronômicos e ambientais. Segundo Martha Júnior *et al.* (2011), pela perspectiva econômica, a pergunta relevante é se, dada uma oferta ambiental, os preços relativos de produtos e insumos levam à tomada de decisão para a especialização dos sistemas agropecuários ou para a sua diversificação por meio da integração lavoura-pecuária. A integração lavoura-pecuária compete com sistemas especializados de pecuária, mas não apresenta taxas de retorno competitivas em comparação a sistemas especializados de soja, posicionando-se, portanto, em posição intermediária entre as séries de retornos dos sistemas que incluem somente pecuária de corte ou somente produção vegetal (MARTHA JUNIOR *et al.*, 2011; LAZZAROTTO *et al.*, 2009).

Nos sistemas convencionais, o aumento da receita bruta em geral é anulado pelo aumento dos custos de produção. Por exemplo, as fazendas dos EUA venderam U\$ 324 bilhões em produtos agrícolas em 2008 (65% acima dos valores em dólares nominais de 1998), mas incorram em U\$ 291 bilhões em despesas de produção, incluindo U\$ 204 bilhões na aquisição de insumos (um aumento de 57% e 73% desde 1998, respectivamente). Grande parte do aumento nos custos dos insumos adquiridos estava relacionado ao aumento dos preços dos combustíveis e fertilizantes sintéticos (NRC, 2010).

As vantagens desses sistemas são percebidas mais facilmente quando o mercado de grãos está em situações desfavoráveis, onde os sistemas que não possuem pecuária são mais afetados negativamente, com quedas acentuadas nos retornos econômicos do sistema. Os

sinais do mercado exigem resposta mais rápida por parte dos produtores especializados do que de produtores em sistemas integrados. Em resposta aos sinais do mercado, a última década assistiu a uma mudança em direção a fazendas mistas. A inclusão da pecuária nesses sistemas, convertendo culturas de relativamente baixo valor para proteína de alto valor agregado, reduz o tamanho das variações na série de retornos econômicos, apresentando menor variabilidade destes e reduzindo a instabilidade da renda agrícola. Os animais, muitas vezes, são fonte de capital para investimento em melhores lavouras e permitem o acesso a novos mercados (ANDERSON; SCHATZ, 2002; NGXETWANE, 2011; PRÉCHAC *et al.*, 2002; CARR; POLAND, 2004; LAZZAROTTO *et al.*, 2009; RUSSELLE *et al.*, 2007).

Além desses fatores, a utilização de sistemas integrados contribui para menor variabilidade da produtividade entre os anos e na redução dos custos unitários de produção. A presença dos animais, portanto, surge como principal contribuinte econômico em estratégias para maximizar a margem bruta em sistemas de integração lavoura-pecuária. Mesmo em situações desfavoráveis, vinculadas com aspectos técnicos e/ou mercadológicos, esse sistema apresenta a relação mais favorável entre retornos e riscos. Portanto, em termos econômicos, é possível inferir que a combinação de atividades agrícolas e pecuária pode trazer vantagens interessantes, como a redução na relação risco/retorno esperado (SILVA *et al.*, 2012; LAZZAROTTO *et al.*, 2009; MARTHA JUNIOR *et al.*, 2011; RYSCHAWY *et al.*, 2012; FRANZLUEBBERS; STUEDEMANN, 2007).

Vale salientar, porém, que os sistemas de integração lavoura-pecuária não necessariamente são os que apresentam a margem bruta mais elevada, mas o sistema em si se torna menos sensível a flutuações nos preços de insumos e nos preços de venda, quando comparado a sistemas especializados de produção. Sistemas de integração lavoura-pecuária geram também maior aproveitamento da área, produzindo mais alimentos por unidade de área do que em sistemas separados (RYSCHAWY *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2013; LAZZAROTTO *et al.*, 2009; MARTHA JUNIOR *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012).

A integração bem sucedida entre lavoura e pecuária vai a contrapartida das crenças modernas de que a eficiência da produção é otimizada pela especialização e que eficiência de produção equivale à sustentabilidade econômica e ambiental na agricultura (CARR; POLAND, 2004). Em pequenas propriedades, esse sistema surge como alternativa para parar o declínio econômico e ambiental (MAROIS *et al.*, 2002).

Avaliar o processo de tomada de decisão frente aos preços dos produtos, usando ambos os valores econômicos e de produção, é passo fundamental para avaliar o desempenho de sistemas integrados em relação aos sistemas especializados (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Segundo Peel (2013), os fatores de mudança no uso da terra são uma combinação da rentabilidade, das necessidades do estilo de vida pessoal e da gestão de risco por meio da diversificação de renda. Os agricultores são geralmente avessos ao risco e a diversificação pode reduzir a exposição ao risco, ao incluir os rendimentos de uma série de atividades, que são influenciados de maneiras diferentes pelas diferentes condições meteorológicas e de mercado (SANDERSON *et al.*, 2013).

2.4. Desafios dos SIPAs

A agricultura integrada enfrenta, entretanto, barreiras e desafios assentados sobre um século de especialização industrial e regulamentações concebidas num contexto de especialização (HILMIRE, 2011). A ainda baixa adoção da diversificação de atividades pode, de certo modo, ser atribuída ao fato de que os produtores, para diversificarem seus sistemas produtivos, precisam de informações acerca da tecnologia e de quais atividades devem ser exploradas para capturar os reais benefícios em termos de resultados econômicos (POPP; RUDSTROM, 2000).

Sistemas intensivos de integração lavoura-pecuária no mundo em desenvolvimento estão sob pressões significativas da crescente população. As taxas de crescimento substanciais de produtividade observadas no passado já não são atingidas. Devido a restrições de água, a produção de arroz e trigo no futuro pode não crescer rápido o suficiente para atender as demandas humanas. Ao mesmo tempo, o número de animais aumentará significativamente: o rebanho de bovinos e bubalinos aumentará em 150-200 milhões de animais em 2030, enquanto suínos e aves aumentarão em até 40% durante o mesmo período. As pressões sobre a biomassa necessária para alimentar estes animais já são altas e significativas, se somadas às pressões na agricultura causam reduções na fertilidade do solo, perda de carbono, degradação ambiental e redução na produtividade e no tamanho da propriedade agrícola (HERRERO *et al.*, 2012).

Sistemas mistos de integração lavoura-pecuária são e continuarão a ser a “espinha dorsal” do crescimento agrícola sustentável no mundo em desenvolvimento para 2030. Esses sistemas além de produzirem a maior parte do leite e carne a nível mundial, também produzem proporção significativa dos produtos básicos do mundo. As taxas de crescimento da demanda, produção e consumo de produtos agrícolas são significativamente maiores nesses sistemas que em outros (HERRERO *et al.*, 2012).

Projetos de integração lavoura-pecuária são interdisciplinares por natureza. Portanto, projetos bem-sucedidos exigem cientistas de várias disciplinas, trabalhando em conjunto para resolver os problemas, o que pode ser um desafio (CARR; POLAND, 2004; IYAMA *et al.*, 2007). É necessário integrar produtividade, rentabilidade e variáveis de sustentabilidade ambiental em um único quadro de avaliação, gerando informações que possam aumentar a adaptabilidade dos sistemas agrícolas. Da mesma forma, precisa-se construir um sistema de avaliação multivariado adequado, que revele as variáveis primárias que conduzem os pontos fortes e fracos de sistemas de produção alternativos. Em contraste com as abordagens reducionistas, a investigação sobre sistemas de integração lavoura-pecuária requer métodos de avaliação que considerem todos os componentes e interações e que desenhe conclusões em nível de sistema no que diz respeito à produção, meio ambiente e economia, tanto no curto como no longo prazo (GHIMIRE *et al.*, 2012; GHIMIRE, 2013; SANDERSON *et al.*, 2013).

A grande lista de informações necessárias nestes sistemas indica o alto grau de habilidade de gestão necessário, em cada escala da integração. A ideia de integrar produção agrícola e pecuária, adotando rotações de culturas mais complexas, uma ampla gama de equipamentos, programas químicos mais restritos de proteção das culturas, maior carga de trabalho ao longo do ano, aumento de habilidades necessárias na cultura, solo e manejo animal e conhecimento detalhado da comercialização de uma gama mais ampla de produtos, pode não ser palatável para todos. Existe também outro meio de conseguir algumas das sinergias proporcionadas pelos sistemas de integração lavoura-pecuária, através da integração entre fazendas (RUSSELLE *et al.*, 2007).

A integração lavoura-pecuária também pode ocorrer em outros segmentos da cadeia de suprimentos e de valor, tanto na produção quanto na comercialização. Na integração lavoura-pecuária, produtos ou subprodutos de um componente servem como recurso ou insumo para outros produtos da cadeia, isto é, o sistema está capturando sinergias e complementaridades entre as duas atividades e, portanto, as atividades agrícolas e pecuárias devem ser tratadas como interdependentes, ao invés de serem vistas como atividades isoladas. Esses sistemas aproveitam as sinergias entre as culturas e o gado, para eficiente ciclagem de nutrientes, promoção da rotação de culturas e redução do impacto das flutuações de preços nos mercados de alimentação e de insumos. Eles refletem o ressurgimento dos sistemas mistos de produção tradicionais que caracterizavam a maioria das unidades de produção na primeira metade do século 20 (NRC, 2010; NGXETWANE, 2011).

3. ARROZ, SOJA E PECUÁRIA – PANORAMAS PRODUTIVOS E IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DAS ATIVIDADES

3.1. Produção de arroz

No mundo são cultivados cerca de 158 milhões de hectares do cereal, produzindo cerca de 662 milhões de toneladas de grãos em casca – correspondendo a 29% dos grãos utilizados na alimentação humana. O Brasil atualmente ocupa a nona posição no ranking dos maiores produtores de arroz, com 12,2 milhões de toneladas (SOSBAI, 2012; FAO, 2013; IBGE, 2014). Este número é 3,5% maior que o obtido em 2013 e é a soma da produção dos dois sistemas de cultivo nele explorados, o arroz irrigado e o de sequeiro, onde o primeiro é o grande protagonista, respondendo pela maior área de cultivo, produção e produtividade. O RS é destaque na produção do sistema irrigado, com mais de um milhão de hectares cultivados na safra de 2012/2013, sendo responsável por 67,7% da produção nacional (IBGE, 2014; MIRANDA *et al.*, 2007) com produtividade média de 7.500 kg/ha (a maior do país), segundo dados estimados pela CONAB (2013) (Figura 1).

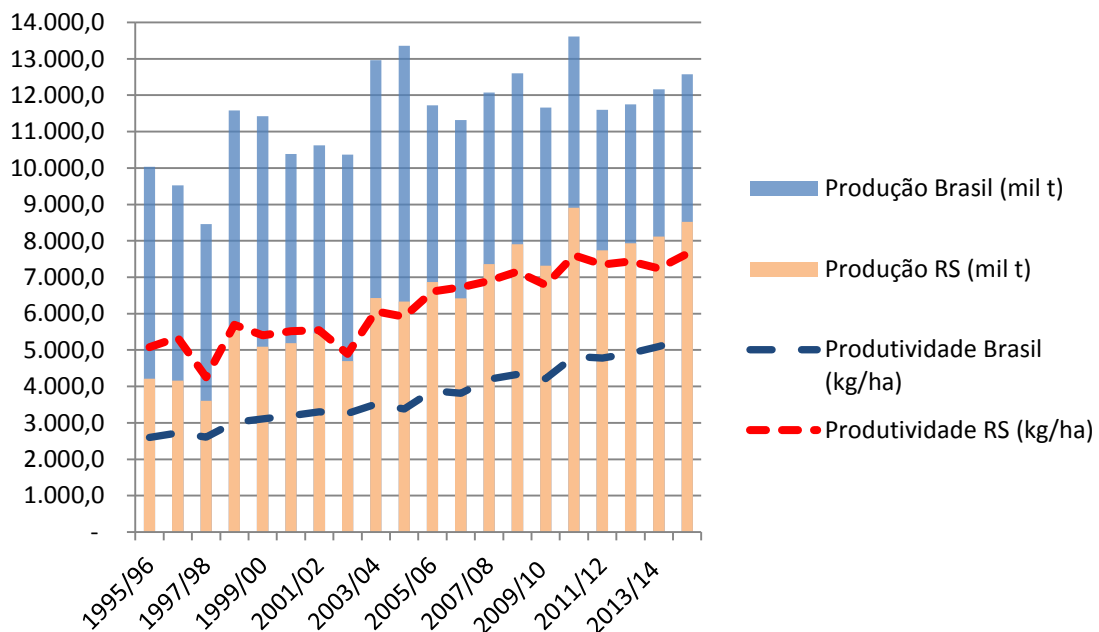


Figura 1. Produção e produtividade de arroz no Brasil e no Rio Grande do Sul.

Fonte: CONAB, 2013.

O Brasil participa com cerca de 80% da produção do MERCOSUL, seguido pelo Uruguai, Argentina e, por último, o Paraguai, que já representa 2% do total produzido pelo Bloco. Esse desempenho da lavoura de arroz irrigado no sul do Brasil é similar ao obtido em

países tradicionais no cultivo desse cereal e abaixo do obtido nos EUA, na Austrália e no Japão (SOSBAI, 2012).

O plantio do arroz irrigado no Brasil geralmente ocorre em outubro (mas o período compreende os meses de setembro a dezembro), e a partir de novembro até dezembro e janeiro a lavoura é alagada, o que exige muita água, que normalmente é obtida de açudes/barragens da propriedade, ou bombeada de rios. A colheita é realizada normalmente no período de março a maio. Já o arroz de sequeiro tem período de cultivo variando entre os meses de setembro a dezembro (ZAMBERLAN; SONAGLIO, 2011).

3.1.1. Produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul

O cultivo deste cereal no RS remonta há mais de 180 anos, com registros da produção de arroz de sequeiro nas regiões coloniais. As primeiras lavouras irrigadas datam dos anos 1904 e 1905, nos municípios de Pelotas e Cachoeirinha, respectivamente, sendo que a partir de então houve contínua expansão de área na metade sul do estado (RIO GRANDE DO SUL, 1945; BESKOW, 1986). Características de relevo, de solo e a existência de abundantes recursos hídricos auxiliaram na instalação da lavoura orizícola nesta região. A introdução da orizicultura em áreas tradicionalmente exploradas com a atividade pecuária deu origem ao binômio arroz-pecuária, que serviu de esteio para o desenvolvimento desta região e até hoje é a atividade econômica mais importante na maioria de seus municípios (REIS; SAIBRO, 2004; HENKIN; GRUNDLING, 2010; GOMES *et al.*, 2002).

Os solos de terras baixas, encontrados nas planícies de rios e lagoas do Rio Grande do Sul, apresentam como característica comum a deficiência de drenagem. O relevo varia de plano a suavemente ondulado, ocupando uma área de aproximadamente 5,4 milhões de hectares, o que representa 20% da área total do Estado. São áreas mais ou menos contínuas, mecanizáveis e facilmente irrigadas, sendo encontradas principalmente nas regiões do Litoral, Encosta do Sudeste, Depressão Central, Campanha e Campanha/Missões (GOMES *et al.*, 2002).

Os principais sistemas de produção utilizados são o convencional, o cultivo mínimo, o sistema plantio direto, o pré-germinado e o transplante. No sistema de cultivo mínimo, a implantação do arroz é realizada pela semeadura direta em solo previamente preparado (outono ou primavera), de forma a haver tempo suficiente para a formação de uma cobertura vegetal, que é controlada normalmente pelo uso de herbicida de ação total. Nesse sistema, há

menor mobilização do solo do que no convencional durante a operação de semeadura – semeadura direta (SOSBAI, 2012).

A época de semeadura é um dos principais fatores que definem a produtividade de grãos do arroz irrigado. A escolha da época de semeadura é uma decisão importante e depende de vários fatores, especialmente da região de cultivo, das condições meteorológicas, do tipo de solo, do grau de incidência de plantas daninhas e da cultivar utilizada. Esta escolha afetará diversas características agronômicas relevantes da cultura, sem interferir significativamente nos custos de produção da lavoura (SOSBAI, 2012).

Em arroz irrigado, a estação de crescimento é limitada ao período no qual os fatores temperatura e radiação solar estão disponíveis em quantidades suficientes para permitir o pleno desenvolvimento da planta. Conforme o zoneamento agroclimático, pode-se semear arroz nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina em uma ampla faixa de época de semeadura, desde início de setembro até meados de dezembro. No entanto, o início e o final do período recomendado variam em função do ciclo da cultivar e da região de cultivo. Na época de semeadura recomendada, ocorre o máximo aproveitamento da temperatura e da radiação solar pelas plantas, contribuindo para expressão do máximo potencial produtivo da cultivar (SOSBAI, 2012).

Na última década, impulsionados pelos avanços decorrentes do “Projeto 10”, programa de pesquisa e extensão de tecnologia desenvolvida pelo IRGA, os níveis de produtividade aumentaram gradativamente, oportunizando a autossuficiência de produção do cereal no Brasil, a partir do ano de 2004 (HENKIN; GRUNDLING, 2010). A área cultivada tem se mantido estável, onde a disponibilidade hídrica entra como o principal fator limitante. As áreas ociosas costumemente se encontram em pousio ou exploradas com pecuária extensiva, de baixos índices produtivos, sendo este tipo de manejo conhecido como o de “corte”.

Do ponto de vista da produção e da produtividade, é inegável a contribuição do Projeto 10 ao setor arrozeiro. Atualmente, 95% das áreas cultivadas estão produzindo acima de 7,0 t/ha, com 52% da área com produtividade entre 8,0 e 9,0 t/ha e, em mais de 15% da área, a produtividade é superior a 9,0 t/ha. Por outro lado, surgiram problemas na esfera mercadológica que ameaçaram (e ainda ameaçam) a sustentabilidade econômica de curto prazo. De 2004 a 2008, se conseguiu, com o aumento expressivo da produtividade, a redução do custo de produção por unidade de produto, um dos objetivos do Projeto 10 (MENEZES *et al.*, 2012) (Figura 2).

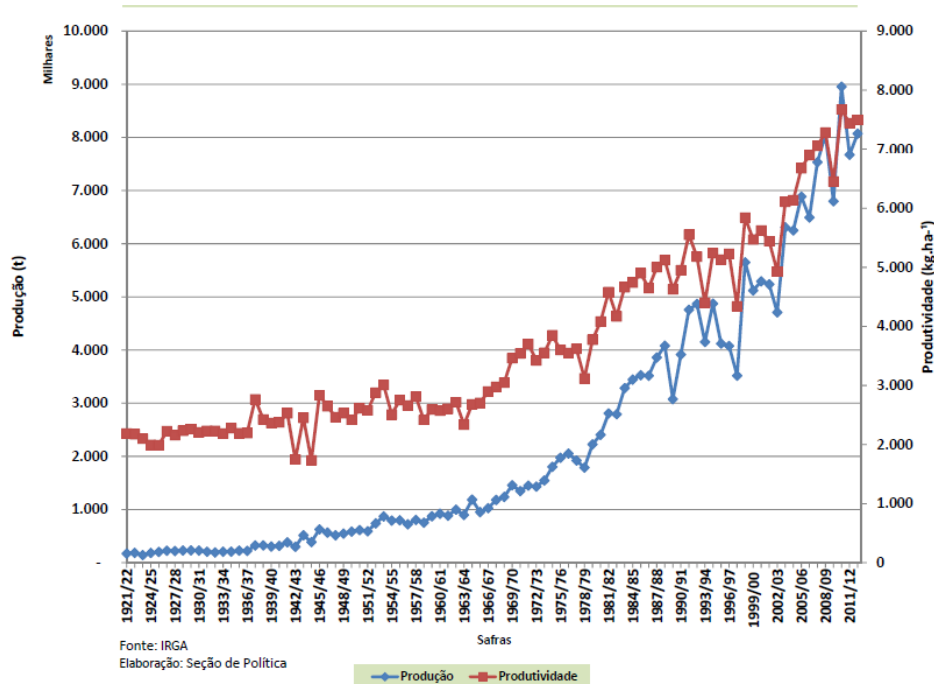


Figura 2. Evolução da produção e da produtividade de arroz no RS, mostrando a contribuição do Projeto 10.

Fonte: Menezes et al., 2012

Em termos de posse da terra, os arrozeiros podem ser proprietários, arrendatários ou ambos. O arrendamento é geralmente acordado em número de sacas de arroz. Ocorre muito também o arrendamento da água, sendo este um dos principais itens no custo de produção gaúcho (MIRANDA *et al.*, 2007). De acordo com o Censo da Lavoura de Arroz Irrigado do Rio Grande do Sul – Safra 2004/05 (IRGA, 2006), a posse de terra quando comparada com a posse de água tem aspectos divergentes. Em relação à posse das terras cultivadas com arroz, 39,7% da área é própria e 60,3% é arrendada. No que se refere à água utilizada na produção, os números se invertem, de forma que 60,3% é própria e 39,7%, arrendada.

O produtor de arroz no Rio Grande do Sul também pode ser separado entre aqueles que são mais tecnificados, possuindo infraestrutura na propriedade rural em condições de armazenamento/secagem própria, e aqueles que precisam de terceirização. De acordo ainda com o Censo 2004/05 (IRGA, 2006), em relação à armazenagem, a média do Rio Grande do Sul indica que 28,4% dos produtores têm armazenagem própria, enquanto a proporção aumenta bastante, para 53,8% quando se trata de secagem própria. Os produtores que possuem condições de armazenagem têm melhores condições de negociar seu produto, podendo fracionar suas vendas ou aguardar o melhor momento para negociar o arroz.

De acordo com Giordano e Spers (1998), o baixo valor do produto final é uma característica do arroz que requer maior eficiência em todas as operações realizadas, já que há

poucas possibilidades de diferenciação e agregação de valor. Assim, posicionamento geográfico é um fator essencial para a competitividade nesse setor, considerando-se que os custos de transporte têm um peso considerável no valor final do produto. Estratégias pontuais estão sendo estabelecidas como a produção de arroz orgânico e a obtenção de certificados de origem, pela maior qualidade do produto (planície costeira externa). Muitas empresas agroindustriais têm lançado no mercado produtos semi- prontos, desidratados, esboçando uma tentativa de responder às necessidades dos consumidores, procurando manter o consumo per capita em alta (MIRANDA *et al.*, 2007; GIORDANO; SPERS, 1998).

3.2. Importância socioeconômica do arroz

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo – base alimentar de mais de 3 bilhões de pessoas e o segundo cereal mais cultivado –, sendo importante fonte de energia para a população, devido ao alto teor de amido contido no grão, além de apresentar proteínas, lipídios, vitaminas e minerais em sua constituição. É considerado um dos alimentos com melhor balanceamento nutricional, fornecendo 20% da energia e 15% da proteína *per capita* necessária ao homem (SOSBAI, 2012; AZAMBUJA *et al.*, 2004). Segundo a FAO (2013), sua importância, além da questão alimentar, também se dá por tratar-se de um bem econômico (é uma commodity e item de segurança alimentar) e, no aspecto ambiental, uma cultura que utiliza grande quantidade de água e contribui significativamente na emissão de gases de efeito estufa. Sua exploração ocorre em todos os continentes do globo terrestre.

Assim como a produção, o maior consumo de arroz no mundo concentra-se nos países do sudeste asiático. Segundo dados da OECD-FAO (2014), o consumo brasileiro de arroz é de aproximadamente 41,5 quilogramas *per capita* por ano. Apesar de ser inferior ao consumo mundial médio por habitante (57,2 kg), este valor é considerado alto se comparado com o consumo per capita dos países desenvolvidos (12,4 kg). As projeções são de que o consumo mundial de arroz aumente em 2023 para 58,4 kg *per capita*/ano (incremento de 2,1%), e o brasileiro para 45,6 kg (9,9% de incremento) (BARATA, 2005).

Com base nos dados obtidos nas Pesquisas de Orçamentos Familiares de 1987, 1996 e 2003 do IBGE, com relação à variação do consumo domiciliar por habitante de arroz no Brasil entre 1987 e 2003, houve uma redução de aproximadamente 16% do consumo *per capita* de arroz polido nos domicílios. Porém, grande parte dessa redução se deve ao aumento

do número de refeições fora de casa (devido às mudanças no estilo de vida da população), não significando que a população brasileira esteja comendo 16% menos arroz (BARATA, 2005).

Projeta-se aumento de 11,1% na produção de arroz nos próximos 10 anos. Esse acréscimo deverá ocorrer devido, principalmente, ao arroz irrigado. Esse aumento, apesar de parecer baixo, equivale à projeção de aumento no consumo nos próximos 10 anos. A projeção de estabilização do consumo do arroz é condizente com os dados de suprimento da Conab nos últimos anos – aproximadamente 12 milhões de toneladas (CONAB, 2013). Com relação à área cultivada, as projeções são de redução nos próximos anos, podendo cair de 2,23 milhões de hectares em 2012/13 para 1,5 milhão de hectares em 2022/23 (BRASIL, 2013).

As projeções regionais mostram que o Rio Grande do Sul deve continuar liderando a produção e a expansão do arroz no Brasil nos próximos anos. A produção do Estado em 2012/2013 representou 66,5% da produção nacional de arroz, e deve aumentar sua produção nos próximos anos em 17,7% e a área em 11,8% (BRASIL, 2013).

Quanto ao aspecto social, a importância do arroz é representada pela possibilidade de ser cultivado tanto em pequenas como em médias e grandes áreas, permitindo a ocorrência de agricultura familiar e empresarial explorem a cultura para geração de renda e empregos. Atuam na lavoura de arroz em torno de 37,2 mil trabalhadores, sendo 27% temporários. Na média do Rio Grande do Sul, cada trabalhador atende 27,8 ha de arroz cultivado. Na metade sul do Rio Grande do Sul, o arroz irrigado é a principal atividade econômica, chegando a representar mais de 50% do valor bruto da produção em diversos municípios (SOSBAI, 2012).

No que tange a parte econômica, a lavoura arroseira possui custo elevado e a remuneração ao produtor apresenta grandes oscilações ao longo dos anos, muitas vezes não suprimindo os custos de produção (Figura 3). Oliveira e Stulp (2010) tratam a cultura como historicamente dependente de decisões de políticas públicas para contrabalancear o cíclico desequilíbrio entre a oferta e demanda do cereal. Com o estabelecimento do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) em 1991, a importação de países vizinhos aumentou, causando pressão na oferta de alimentos, o que potencializou a desorganização do setor produtivo, visto que, em diversas safras, houve diminuição do preço da saca, com a conseqüente queda de renda do produtor.

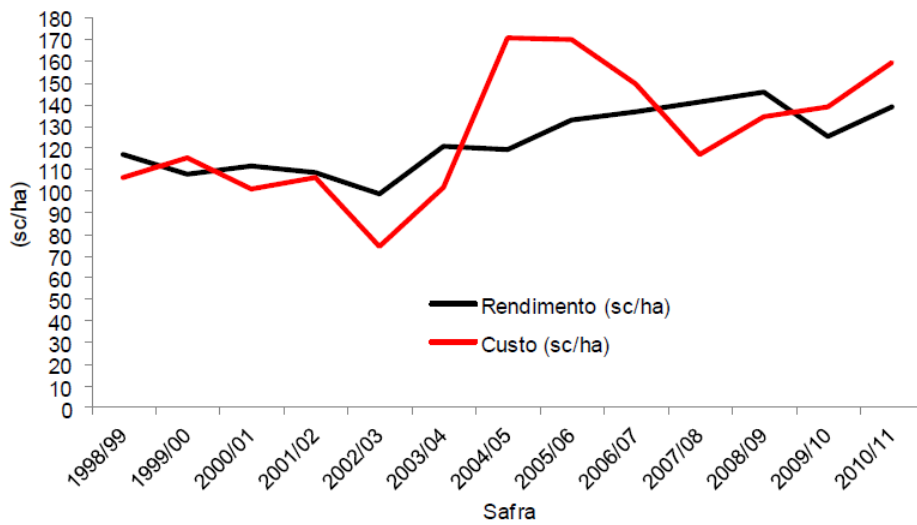


Figura 3. Evolução do custo de produção e rendimento de arroz no RS.
Fonte: IRGA, 2012

Analisando o comportamento dos preços reais pagos ao produtor de arroz do Rio Grande do Sul de 1973 a 2005, observa-se que os preços pagos ao produtor apresenta tendência de queda desde a década de 70, com uma taxa média de crescimento de $-3,53\%$ ao ano. Além disso, observa-se que os preços do arroz têm comportamento cíclico mais ou menos regular, com oscilações que variam, em média, de 2 a 3 anos (VIANA; SOUZA, 2007). Nos últimos anos, no entanto, o preço do arroz têm se estabilizado em patamares mais elevados, como pode ser observado na Figura 4, com dados de preço do grão de 2006 a 2014 (CEPEA, 2014).

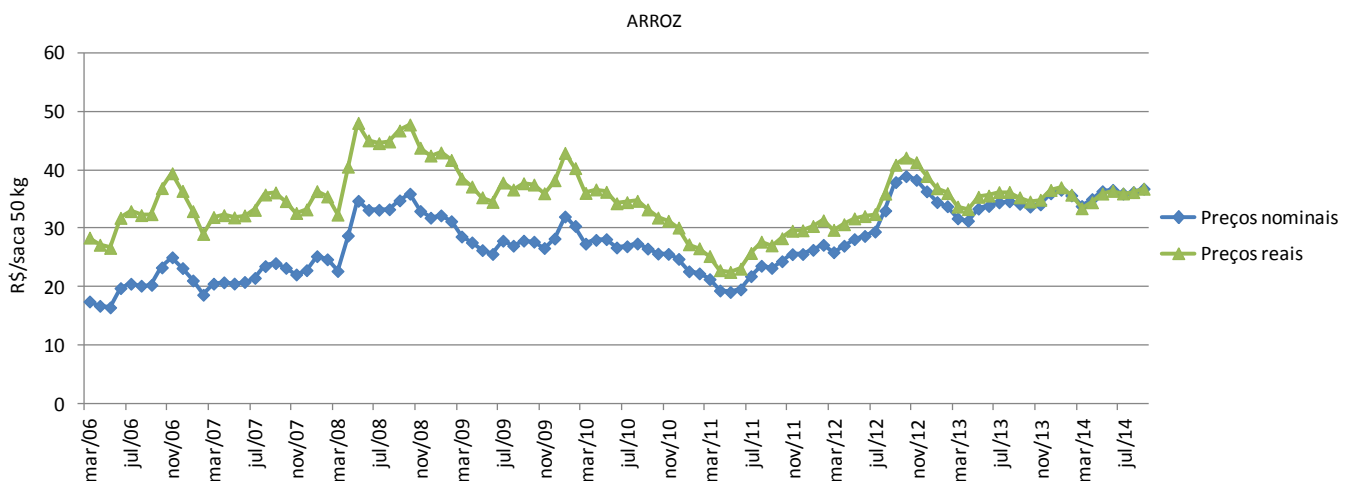


Figura 4. Preços reais e nominais do arroz (saca de 50 kg) de 2006 a 2014. Preços reais deflacionados pelo IGPDI com base em setembro de 2014.

Fonte: do autor, elaborado a partir de dados do CEPEA de arroz em Casca ESALQ/Bolsa Brasileira de Mercadorias-BM&FBovespa – preço por saca de 50 kg, tipo 1, 58/10, posto indústria Rio Grande do Sul, à vista, 2014.

A lavoura de arroz na maioria dos estabelecimentos é a principal (ou única) fonte de renda do orizicultor. Embora seja uma lavoura com baixa taxa de risco de frustração na produção, apresenta alta taxa de risco de frustração de preço, principalmente para os produtores que não conseguem armazenar sua produção. A lavoura arrozeira possui alto custo de produção, alto valor imobilizado em máquinas e equipamentos, e baixo nível de organização na cadeia produtiva. A comercialização tem sido o principal ponto de estrangulamento da atividade (BARBOSA, 2012).

Os produtores estão cada vez mais expostos aos fatores de riscos ligados à formação de preços, tanto do produto final como dos insumos de produção, e ao mercado, sendo a relação oferta/demanda a principal fonte de risco de mercado (KIMURA, 1998 *apud* FINGER et al., 2012). Os produtores de arroz, na esfera produtiva, apresentaram alta percepção dos riscos associados ao clima (excesso/deficiência hídrica, frio, insolação) e à tecnologia. Nos riscos econômico-sociais, os mais percebidos pelos agricultores foram o excesso de oferta de produto no mercado, a seletividade das empresas de beneficiamento, a oscilação dos preços dos insumos e a adequação à legislação vigente (FINGER et al., 2012).

3.3. A necessidade de rotação de culturas e a adaptação da soja ao ambiente de terras baixas

A partir da constatação, por parte dos produtores e técnicos, de que o atual sistema de produção de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, por suas características, tem contribuído no aumento dos custos de produção, na disseminação de plantas daninhas e na degradação dos solos das terras baixas, surgiu o interesse por alternativas que fossem, ao mesmo tempo, eficientes no controle do arroz vermelho, economicamente viáveis e capazes de manter ou recuperar a qualidade do solo. Embora sejam comprovados os benefícios da rotação, sua utilização nos solos hidromórficos do RS ainda está em processo de crescimento. A implantação de sistemas de rotação de culturas e a cobertura permanente do solo (com pastagens, por exemplo), tornam o uso destes solos mais racional e intensivo (GOMES *et al.*, 2002).

Problemas como não adaptação aos solos encharcados, baixa qualidade química e física desses solos, e até a dificuldade regional de comercialização impedem que as culturas de sequeiro avancem nestes solos. A drenagem é, geralmente, o fator mais limitante, embora outros fatores como a compactação do solo, o encrostamento ou selamento superficial e a deficiência hídrica, também limitem a utilização de espécies de sequeiro nestes solos.

Normalmente, o milho é mais sensível que a soja, sendo o sorgo a cultura mais “resistente” ao excesso hídrico. Os períodos mais críticos do excesso hídrico sobre o desenvolvimento das três culturas são o estabelecimento das plantas e a floração. Para a soja, também é importante o enchimento de grãos (GOMES *et al.*, 2002).

A rotação de culturas pode levar a aumentos nos rendimentos de grãos de arroz, seja por seu efeito direto, ou seja, por quebrar o ciclo de vida de pragas, moléstias e de plantas daninhas, ou por seu efeito indireto, na melhoria das condições químicas e físicas do solo (THOMAS *et al.*, 2000; GOMES *et al.*, 2002).

A soja é atualmente, a cultura de sequeiro mais utilizada em rotação com o arroz irrigado (SOSBAI, 2012). Na safra 2013/14, foram cultivados 302.579 ha de soja em terras baixas (IRGA, 2014), o que se deve, principalmente, ao mercado comprador mais estável, à sua menor sensibilidade ao excesso hídrico, comparada a outras espécies, e pela existência dos genótipos resistentes ao herbicida glifosato (tecnologia RR). A soja é tradicionalmente cultivada em sequeiro, ou seja, em solos profundos e bem drenados, enquanto que os solos utilizados no cultivo de arroz, por outro lado, caracterizam-se por apresentar má drenagem. Além da sua constituição intrínseca, o sistema de cultivo do arroz que vem sendo praticado caracteriza-se pela intensa e frequente desestruturação do solo, dificultando ainda mais a drenagem e aumentando a resistência para o crescimento radicular da soja.

O excesso hídrico pode afetar todas as fases de desenvolvimento da soja, sendo seu efeito mais severo na germinação e estabelecimento das plântulas. Na fase inicial da germinação, a sensibilidade ao excesso hídrico se reflete no aumento de plântulas mortas e anormais (SAYAMA *et al.*, 2009; SOSBAI, 2012), reduzindo a emergência e a população de plantas na lavoura. Uma forma de minimizar essas perdas é a utilização de genótipos tolerantes ao encharcamento do solo, principalmente no período da germinação (TAKEDA; FUKUYMA, 1987).

A extensão dos danos por encharcamento varia de acordo com a duração do período, o estágio de desenvolvimento da planta, a espécie e as condições ambientais. Clorose, senescência e abscisão das folhas mais velhas, formação de raízes adventícias e de lenticelas e menor taxa de crescimento são os principais sintomas da hipóxia (GOMES *et al.*, 2002).

A falta de oxigênio não é a única limitação para a cultura da soja que pode ocorrer em solos alagados, uma vez que ocorrem também alterações químicas no solo, devido ao excesso de umidade, prejudiciais ao metabolismo das plantas, tais como aumento nas concentrações de amônio, ferro e manganês e, em alguns casos, também pode ocorrer aumento do efeito salino sobre as plantas (THOMAS; COSTA, 2010). Para amenizar os estresses sobre a

cultura, deve-se realizar a semeadura em condições adequadas de umidade, de forma a garantir adequada emergência das plântulas. Deve-se evitar a saturação do solo e também a formação de crostas sobre o mesmo, dificultando a emergência das plântulas (SOSBAI, 2010).

Outro fator de estresse que pode ser acentuado limitando o desenvolvimento das culturas de verão é a precipitação insuficiente (quantidade e/ou irregularidade das chuvas e alta demanda evapotranspirativa), principalmente no período de dezembro a fevereiro, que pode não suprir as necessidades hídricas das culturas de verão, propiciando menores rendimentos de grãos. Para a soja, os períodos da germinação à emergência de plântulas e da formação de vagens ao início do enchimento de grãos são os mais críticos para ocorrência de deficiência hídrica (SILVA; PARFITT, 2005).

O cultivo de soja, assim como de outras culturas, como milho e sorgo, em rotação com o arroz irrigado traz muitos benefícios para o sistema de produção orizícola do Estado, como redução do banco de sementes de plantas daninhas, em especial o arroz-vermelho, redução dos custos de produção e diversificação de renda na propriedade. O arroz-vermelho constitui-se na principal planta daninha do arroz irrigado, estimando-se que seja responsável pela redução anual de 20% da safra gaúcha de arroz, estando distribuído em mais de 50% das áreas orizícolas do Sul do Brasil. Resultados de pesquisa mostram a alta redução da infestação do solo de sementes de arroz-vermelho, chegando a 80% de redução das sementes viáveis em dois anos, quando se utiliza espécies de verão, tais como soja, milho ou sorgo. A rotação de culturas com espécies de sequeiro, combinada com a utilização de herbicidas específicos, reduz a infestação por arroz-vermelho e proporciona aumento de rendimento de grãos do arroz irrigado (MARCHESAN *et al.*, 2000; ANDRES; THEISEN, 2011; SOSBAI, 2010; SOSBAI, 2007).

Outro aspecto positivo da utilização de sistemas de rotação e sucessão de culturas relaciona-se à ciclagem de nutrientes, contribuindo para diminuir as perdas de nutrientes e a contaminação de cursos de água. As áreas de cultivo de arroz irrigado no RS diferenciam-se em relação ao risco de excesso hídrico que oferecem à cultura da soja, podendo ser classificadas em alto (áreas mais baixas, sujeitas à enchentes), médio (áreas com sistemas de drenagem) e baixo risco (áreas mais altas e com declividade que favorece a drenagem). Há vários casos de rotações entre arroz e soja consolidados e de sucesso no RS. A cultura vem sendo considerada como uma alternativa de renda e fonte de diversificação de atividades nas propriedades (SOSBAI, 2010; SOSBAI, 2012).

3.4. Importância socioeconômica da soja

A soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) é uma leguminosa, de alto valor proteico e grande adaptabilidade climática, sendo uma das oleaginosas mais consumidas e cultivadas no mundo. Seus derivados são utilizados tanto na alimentação humana quanto animal. A soja foi, também, uma das principais culturas incentivadas pela Revolução Verde, que influenciou significativamente sua expansão em países subdesenvolvidos, como o Brasil na década de 1970, quando a soja se expandiu para diferentes regiões do País e passou a figurar o papel de um dos produtos mais importantes do agronegócio brasileiro (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Dentro do agronegócio mundial, a produção de soja está entre as atividades econômicas que apresentaram crescimentos mais expressivos. Diversos fatores, como a consolidação do mercado internacional do complexo soja, o reconhecimento da cultura como importante fonte de proteína vegetal e a geração e oferta de tecnologias, viabilizando sua expansão, levaram a esse posicionamento da soja (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

O Brasil se tornou na safra 2012/13 o maior exportador mundial de soja, exportando aproximadamente 42 milhões de toneladas do grão. Os Estados Unidos exportaram menos que o esperado, para repor o estoque interno do grão (em baixa devido à quebra da safra anterior), disponibilizando no mercado 36 milhões de toneladas. Argentina, Paraguai e Canadá também estão entre os maiores exportadores (PARANÁ, 2013a) (Figura 5).

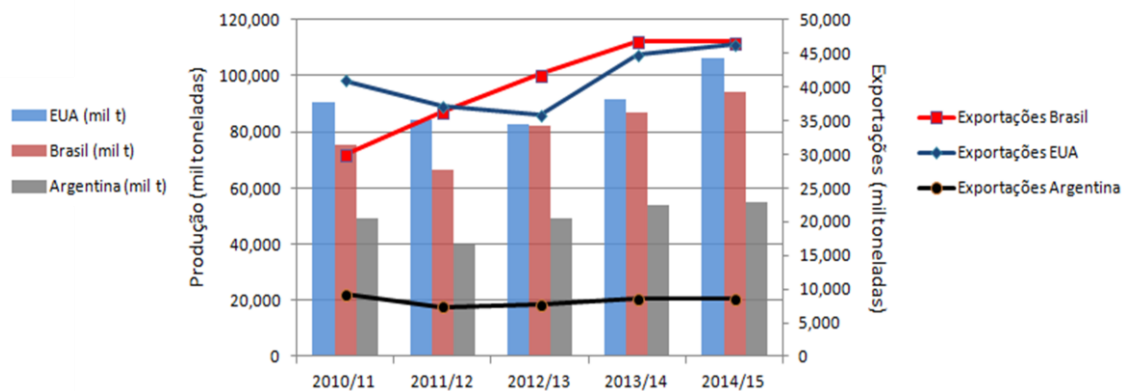


Figura 5. Produção e volume exportado pelos três principais produtores de soja no mundo.

Fonte: Do autor, a partir de dados do Foreign Agricultural Service - USDA, 2014.

Do volume total produzido no mundo a China importa cerca de 24%, seguida da União Europeia e do México. Até outubro de 2013, a China importou 76% de toda soja exportada pelo Brasil, seguido por Espanha (4,3%), Holanda, Taiwan e Tailândia (com 3,7%, 2,3% e 2,2% respectivamente). O consumo mundial de soja em grãos cresceu nos últimos anos, aumentando em praticamente 15% na safra 2013/14 comparado à safra 2009/10 (de 209,12 milhões de toneladas para 239,57 milhões). As previsões de consumo seguem crescentes, principalmente devido à China e Índia (PARANÁ, 2013a).

Em termos de evolução da produção brasileira, da safra 2009/10 até a safra 2013/14 o crescimento foi de 20,4 milhões de toneladas, ou 29,6%. No mesmo período a área variou 24% saindo de 23,5 milhões de hectares para 29,14 milhões. A evolução da produção aconteceu principalmente pelo investimento dos produtores em tecnologia, pois hoje é cada vez maior a necessidade de se produzir mais em um mesmo pedaço de terra (PARANÁ, 2013a).

Segundo dados da CONAB (2014), a perspectiva para 2015 é de que o consumo interno total de grãos aumente em 5,4% em relação a 2014, alcançando 42,2 milhões de toneladas. As exportações em grãos para 2015 devem crescer 4%, com um total de 48,5 milhões de toneladas – devido ao crescimento das importações chinesas, de aproximadamente 74 milhões de toneladas. Os estoques de passagem foram estimados em 1,59 milhão de toneladas para safra 2014/15.

O estabelecimento dos preços do complexo soja é dependente do mercado internacional, já que a soja é uma commodity, ou seja, apresenta padronização e uniformidade de produção entre os países produtores e, seu comércio em si ocorre no mercado internacional. Isso traz grande volatilidade aos preços dos produtos do complexo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

A inserção da soja nas terras baixas do RS foi rápida, passando de pouco mais de 60.000 ha na safra 2010/11, para 280.000 ha na safra 2012/13, a despeito dos riscos e das restrições de crédito bancário para custeio (Zoneamento Agroclimático da cultura ainda em fase de revisão) (VEDELAGO et al., 2012). Isso aconteceu em parte, pelo fato de que os preços de mercado da soja estarem mais constantemente em alta quando comparados aos preços do arroz, o que é confirmado na Figura 6, que apresenta uma série de preços destes grãos, onde podemos observar os preços mais convidativos da soja em relação ao arroz, principalmente nos últimos anos.

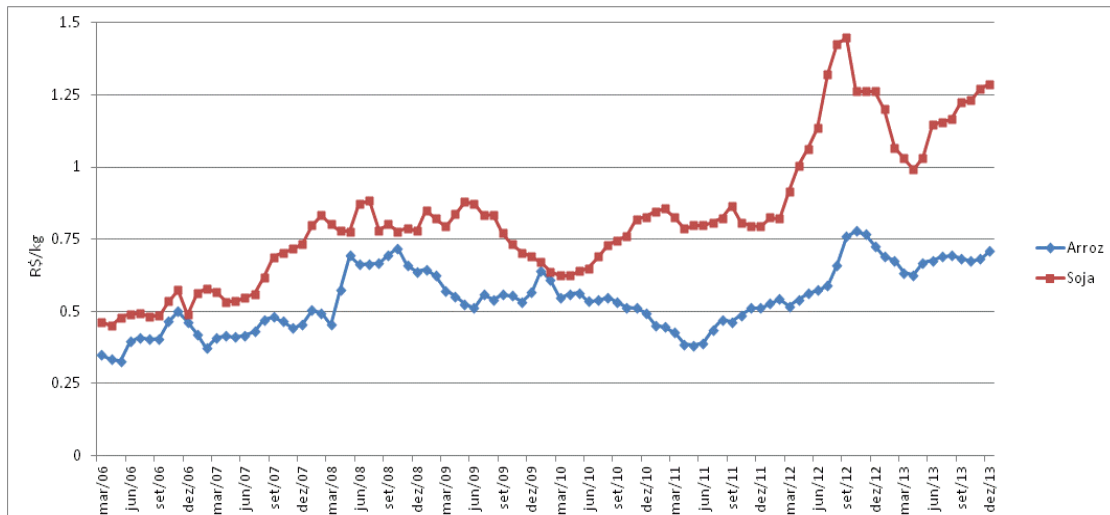


Figura 6. Séries de preços de arroz e soja.

Fonte: do autor, elaborado a partir de dados do CEPEA - Arroz em Casca ESALQ/BM&FBovespa, preço por kg, tipo 1, 58/10, posto indústria RS; soja CEPEA/ESALQ/BM&FBovespa - Paranaguá, 2014.

3.5. Panorama da bovinocultura de corte gaúcha

A bovinocultura de corte no Estado do Rio Grande do Sul surgiu antes mesmo do Estado fazer parte do território brasileiro. Inicialmente, a pecuária era mais explorada na região sul, nas regiões de fronteira onde pecuária de corte está relacionada ao tamanho da propriedade desde a época das sesmarias, e às características do terreno próprias para a pecuária. A cadeia produtiva da carne bovina tem, portanto, importância social, cultural e econômica no Estado, principalmente na metade sul do Estado, onde a pecuária de corte encontra nas características geofísicas da região um grande aliado. A mesorregião Sudoeste do RS concentra 36,4% do rebanho de bovinos de corte, e os dez municípios com os maiores rebanhos detêm 29,78% do rebanho (MARION FILHO *et al.*, 2012).

A grande heterogeneidade da pecuária do RS a torna uma atividade complexa. A pecuária de corte do Estado possui, em média, menor retorno econômico quando comparado às lavouras, grande exigência em capital produtivo (terra) e é muitas vezes dependente de outras fontes de renda (lavoura ou até mesmo rendas não agrícolas). Uma considerável parte dos bovinocultores do RS ainda pratica a atividade por tradição ou satisfação pessoal. Grande parte dos produtores do Estado possui baixo nível tecnológico, índices zootécnicos insatisfatórios e, portanto, baixos indicadores de produtividade. Dentre os diversos sistemas de criação, o ciclo completo ainda é o mais utilizado no Estado, seguido pelo sistema de cria e

recria/terminação. Grande maioria dos bovinocultores do Estado possui também alguma atividade de produção vegetal (MIGUEL *et al.*, 2005; ANDREATTA, 2009).

A atividade é, geralmente, extensiva, de baixo retorno econômico e com pouco uso de tecnologia. Porém, em sistemas produtivos mais intensivos, como os de integração lavoura-pecuária sua eficiência produtiva e econômica aumenta. A tomada de decisão ainda está subordinada à natureza, ou seja, os produtores tomam sua decisão sobre aumentar ou reduzir o rebanho baseados somente na oferta de pasto e não dentro de uma estratégia comercial, o que demonstra também o baixo grau de gerenciamento da atividade (MIGUEL *et al.*, 2005; ANDREATTA, 2009).

3.5.1. Indicadores zootécnicos e produtivos

A lotação média anual da criação a pasto, é de $0,99 \pm 0,39$ UA/ha, variando de 2,26 a 0,05 UA/ha. No outono-inverno, a lotação é de $0,90 \pm 0,37$ UA/ha, variando de 2,11 a 0,04 UA/ha, enquanto que, no verão, a média é de $1,14 \pm 0,47$ UA/ha, variando de 2,64 a 0,06 UA/ha (MIGUEL *et al.*, 2005).

A alimentação é o fator que mais influencia os baixos índices de produtividade da pecuária de corte (80%), deficiências quali e quantitativas são ainda mais importantes no outono e inverno (causando altos índices de mortalidade, baixo índice reprodutivo e baixa taxa de desfrute). Aliado a isso, estão o manejo, a genética dos animais e os aspectos sanitários. Se mal manejados os animais podem perder, no inverno, até 20% do peso ganho na primavera-verão (GOMES *et al.*, 2002).

Em estudo realizado por Miguel *et al.* (2005), 9,8% do rebanho era constituído por raças puras (principalmente Angus, seguido por Hereford), 10,2% por cruzas de raças europeias, 44,8% por cruzas de raças europeias e zebuínas e 35,2% por gado geral. O desfrute médio é de 20,9%, variando de 0 a 90% - devido aos diferentes sistemas de criação encontrados, sendo encontrados maiores desfrutes em sistemas de terminação e menores no sistema de ciclo completo. A taxa média de desmame na cria também é baixa e variável.

O alimento mais utilizado é a pastagem natural. O campo nativo melhorado é, em geral, muito pouco utilizado. Cerca de 70% da área de forragem é composta por campo nativo (melhorado ou não), e, apesar do seu baixo custo, o recurso é mal utilizado. As pastagens anuais de inverno ocupam mais de 20% da área, confirmando a deficiência do campo nativo no período de outono-inverno. Com relação ao campo nativo, 61% das propriedades possuem

campos mistos, 29,6% campos finos e 9,1% campos grossos. O pastoreio contínuo é o mais utilizado (63%), seguido pelo rotacionado (23%). O ajuste de carga animal é realizado, basicamente, de acordo com a altura do pasto (MIGUEL *et al.*, 2005; ANDREATTA, 2009).

Aproximadamente 26% dos produtores possuem pastagens permanentes cultivadas, principalmente com as hibernais no consórcio azevém - trevo branco – cornichão (30%); Entre as permanentes de verão, a mais cultivada é a braquiária (35%), seguida por tifton e capim elefante (12% cada). O pastoreio rotacionado é o mais utilizado nessas pastagens (54%), o contínuo é utilizado por 35% dos produtores. O ajuste é realizado pela altura do pasto (68%) e também pela lotação (21%). Nas pastagens anuais de inverno, o azevém é o mais importante (28%), seguido pela aveia (13%) e suas misturas (56%); Nas de verão, os mais utilizados são o milheto (78%) e o sorgo (17%). 76% dessas pastagens sucedem lavouras e 60% são implementadas através do preparo convencional do solo. O pastoreio é dividido entre contínuo e rotacionado. O ajuste de carga em 75% dos casos é realizado de acordo com a altura do pasto, e em 15% com a lotação (MIGUEL *et al.*, 2005).

Com relação ao uso de restevas de lavouras, 66% dos produtores utilizam resteva de arroz, 19% de milho e 12% de soja. A lotação média é de $2,5 \pm 2,3$ cab/ha. O período de uso é de, em média, $2,3 \pm 1,4$ meses. Nos solos das terras baixas, a pecuária é conduzida sobre pastagens naturais, restevas ou campos de sucessão, muitas vezes de baixa qualidade (MIGUEL *et al.*, 2005; GOMES *et al.*, 2002).

3.6. Cenário da pecuária brasileira

O Brasil possui o segundo maior rebanho efetivo do mundo e, desde 2004, está entre os maiores exportadores de carne (BRASIL, 2014). Conforme dados do USDA, em 2013 o Brasil assumiu o primeiro lugar no ranking dos países exportadores, posicionando-se a frente da Índia, Austrália e Estados Unidos (FSA-USDA, 2014). O rebanho bovino está presente em todas as unidades federativas do país (BRASIL, 2014).

No ano de 2012 as áreas de pastagens do País recuaram em 1 milhão de hectares (de 172 milhões de hectares em 2011 para 171 milhões em 2012), espaço agora ocupado pelas lavouras de soja, milho, cana-de-açúcar e reflorestamento. Somente no RS, no ano de 2013 a soja ocupou 386.027 hectares que, até o ano de 2012, eram destinados à pecuária. Os campos, portanto, possuem maior pressão animal por área. Mesmo assim, nesse período, a pecuária do Estado aumentou sua produtividade de maneira a praticamente compensar a perda de áreas

para a lavoura e a integração lavoura-pecuária se fortaleceu (ANUALPEC, 2013; PARANÁ, 2013b; FARSUL, 2013).

Segundo Andreatta (2009), o incentivo para a expansão das lavouras sobre as áreas de pecuária surgiu do ciclo de baixos preços da atividade até o ano de 2007. A pecuária, então, foi destinada a áreas mais pobres, piorando ainda mais os índices produtivos da atividade no RS. Somente a partir de 2007, quando as quedas na oferta elevaram os preços, a pecuária foi novamente estimulada.

O rebanho nacional no ano de 2012 foi estimado em 212 milhões de cabeças bovinas (crescimento de 1,9% em relação à 2011), com lotação média de 1,23 unidade animal por hectare (1,2 UA/ha em 2011) e taxa de desfrute de 19,5% (18,9% em 2011). Os abates fecharam em 40,4 milhões de cabeças (crescimento de 2,28% em relação ao ano anterior), e os animais foram terminados com maior peso, alcançando média de 234 kg/carcaça (1kg a mais do que em 2011) (ANUALPEC, 2013; PARANÁ, 2013b).

O mercado interno consumiu 81,9% do total produzido (7,71 milhões de toneladas), e o consumo médio anual por habitante manteve-se em cerca de 40 kg. Os 18,1% restantes da produção (1,69 milhão de toneladas) foram exportadas. Foram embarcadas 1,5 milhão de toneladas (12,7% a mais que em 2011), sendo desses: 1,2 milhão de toneladas (73%) de carne *in natura* destinada a 87 diferentes países, e 272 mil toneladas (16%) industrializadas com destino a 106 países. No ano de 2012 os maiores importadores, em faturamento, de carne brasileira foram: Rússia (19%), Hong Kong (14%), União Europeia (14%), Egito (10%); Venezuela (8%), Chile (7%), Irã (6%), Estados Unidos (3%), Arábia Saudita (3%) e Líbano (1%). (ANUALPEC, 2013). Segundo dados do IBGE (2014), em 2013, o Rio Grande do Sul foi responsável por 5,60% do total de abates de bovinos no Brasil.

Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2014), no ano de 2014 o valor bruto da produção pecuária brasileira atingiu cerca de R\$ 162 bilhões (aumento de 5% em relação a 2013). O faturamento do setor de carne bovina foi de aproximadamente R\$ 72 bilhões (crescimento de 8,7%), e os preços seguiram a tendência de alta devido à restrição na oferta.

4. METODOLOGIA

4.1. A seleção dos sistemas de produção e a caracterização das atividades agrícolas e pecuária

A propriedade analisada neste trabalho encontra-se no município de Cristal/RS, e a partir de suas subdivisões (glebas), foram montados diferentes sistemas produtivos. Os dados aqui apresentados compreendem as safras agrícolas/anos pecuários de 2006/2007 a 2012/2013. Os sistemas foram montados buscando demonstrar realidades de cultivo distintas, desde sistemas somente com atividade pecuária, passando pelo arroz/pecuária – sistema mais utilizado em terras baixas –, até sistemas mais integrados, onde a soja e o milho entram na rotação das áreas, juntamente com o arroz e a pecuária. A produção agrícola é de larga escala e tecnificada. É importante salientar que o milho produzido é utilizado para a alimentação dos animais durante o confinamento. Portanto, essa atividade não possui rentabilidade direta e seus custos estão sobre a atividade pecuária. A pecuária pode ser considerada mais intensiva, já que os animais passam por um período curto de confinamento, no qual são alimentados à base de silagem de milho e ração.

Um sistema produtivo é um conjunto de coisas interligadas, interatuantes e interdependentes entre si. Porém, um sistema também não deixa de ser um planejamento do agricultor com objetivos de longo prazo (objetivos estratégicos) e de curto prazo (objetivos táticos). Um sistema de produção, portanto, deve ser considerado como um conjunto de componentes operando de forma conjunta, visando alcançar determinados objetivos (BECHT, 1974 *apud* CONSALTER, 2008; SEBILLOTE, 1983 *apud* CONSALTER, 2008; CONSALTER, 2008).

A propriedade foi dividida, então, em seis distintos sistemas de produção (Quadro 1), sendo os sistemas 1, 3, 4, 5 e 6 caracterizados como sistemas integrados de produção agropecuária e o sistema 2 como sistema unicamente pecuário. A distribuição espacial dos sistemas pode ser visualizada na Figura 7.

Safr	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4		Sistema 5		Sistema 6	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
2006/07	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja
2007/08	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja	Pecuária	Soja	Pecuária	Pecuária
2008/09	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Arroz	Pecuária	Arroz	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária
2009/10	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja
2010/11	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja	Pecuária	Milho	Pecuária	Arroz
2011/12	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Arroz e Soja	Pecuária	Arroz	Pecuária	Arroz	Pecuária	Milho e Soja
2012/13	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja	Pecuária	Milho	Pecuária	Soja

Quadro 1. Sistemas de produção selecionados.

- Sistema 1: é o modelo de cultivo mais clássico utilizado em terras baixas, ou seja, a sucessão arroz – pecuária. Onde o arroz ocupa a área no verão por dois anos seguidos e depois, a terra é utilizada para a pecuária, e assim sucessivamente durante o período analisado;
- Sistema 2: este sistema possui como atividade apenas a pecuária durante todos os anos analisados, servindo, portanto, para comparação entre a atividade agrícola (em suas diferentes formas) e a atividade pecuária. É o único sistema que não possui atividade agrícola;
- Sistema 3: apesar de muito similar ao sistema 1, no sistema 3 a soja entrou na área no verão da safra 2011/12, juntamente com o arroz, quebrando o binômio arroz-pecuária, iniciando a formação de um sistema mais rotacionado de produção agropecuária. A pecuária utiliza a área durante o inverno;
- Sistema 4: utiliza soja, arroz e pecuária num sistema rotacionado de áreas durante o verão, formando o sistema que mais rotaciona as atividades de verão (não repete a mesma atividade durante duas safras seguidas); durante o inverno, seguindo a organização da propriedade, somente a atividade pecuária faz uso das áreas;
- Sistema 5: similar ao sistema 4, porém com milho nas safras 2010/11 e 2012/13. Pecuária tem mais importância no sistema durante o inverno;
- Sistema 6: sistema que apresenta a soja como principal cultura de verão, sendo utilizada em quatro das sete safras analisadas, em contraste com o arroz (uma das principais atividades da propriedade), que é utilizado em apenas uma safra.

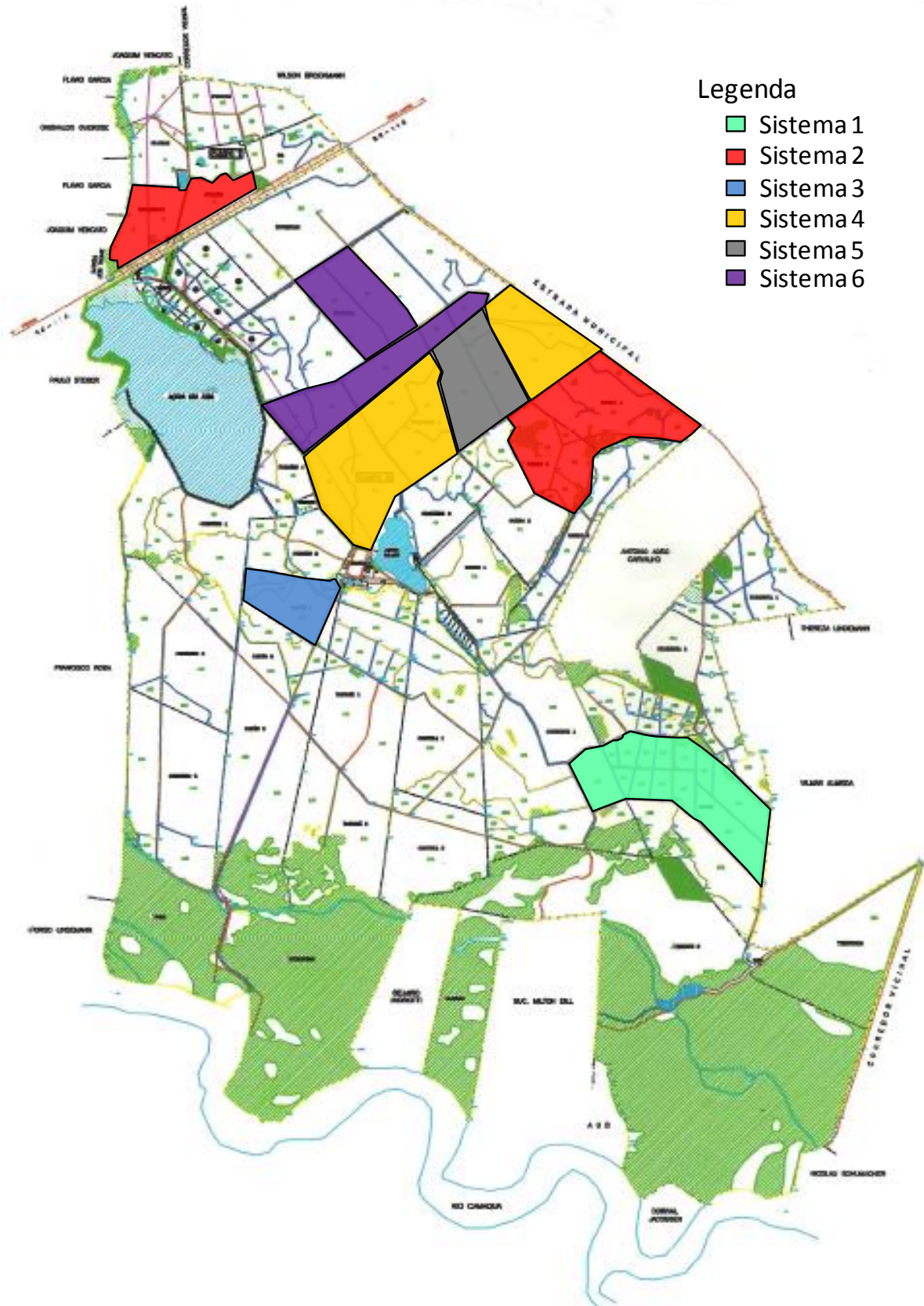


Figura 7. Localização espacial dos diferentes sistemas produtivos analisados.

Fonte: Do autor, 2015.

Com relação à atividade agrícola na propriedade, para uma melhor compreensão dos sistemas e permitindo sua comparação, as tabelas 1 e 2 apresentam as épocas médias de semeadura de arroz, soja e milho e as produtividades obtidas nas atividades, por sistema e por safra, respectivamente. Observa-se que o arroz é sempre cultivado no período recomendado (depende do ciclo da cultivar, podendo variar do início de setembro até meados de dezembro). A soja nas terras baixas muitas vezes é semeada somente após toda lavoura arrozeira estar instalada, assim, o período preferencial de cultivo de soja em terras baixas, entre 15 de outubro e 30 de novembro, muitas vezes não é respeitado.

Tabela 1. Época média de semeadura das diferentes atividades agrícolas, por sistema.

Safra	ARROZ					SOJA				MILHO	
	S1	S3	S4	S5	S6	S3	S4	S5	S6	S5	S6
2006/07		08/out							12/nov		
2007/08	13/nov					30/nov		10/dez			
2008/09	10/out	06/out	02/out	03/out							
2009/10									27/dez		
2010/11	26/out				11/out		09/nov			01/dez	
2011/12	30/out	23/out	26/out	22/out		26/nov			23/nov		14/dez
2012/13						20/nov			14/dez	26/dez	

Tabela 2. Produtividade média das atividades por sistema (sc/ha). A cultura do milho não foi considerada por não haver receita na cultura, nos sistemas analisados.

Safra	ARROZ*					SOJA**			
	S1	S3	S4	S5	S6	S3	S4	S5	S6
2006/07		137,2							41,1
2007/08	158,8						49,9	49,9	
2008/09	185,2	138,1	167,0	168,0					
2009/10									38,1
2010/11	158,4				188,6		59,9		
2011/12	148,0	183,6	161,0	114,1		69,7			58,6
2012/13							49,8		47,9

*Saca de 50 kg; **Saca de 60 kg.

O arroz apresentou, em média, alto potencial produtivo, superando muitas vezes a produtividade média do Estado (7.500 kg/ha ou 150 sc/ha). A soja mostrou-se produtiva, com produção, geralmente, maior que 40 sc/ha, ou seja, foi uma atividade rentável no período analisado.

A pecuária da propriedade estudada é de grande porte e apresentou bons indicadores produtivos (Tabela 3), muitas vezes superiores a média do Estado, por ser um sistema de produção mais intensivo no uso do solo, da mão de obra e de recursos financeiros. Os dados pecuários não puderam ser separados por sistemas devido à organização da propriedade. Os sistemas de gestão pecuários não são tão apurados quanto os da agricultura, o ciclo produtivo é mais longo, e grande parte dos produtores não possui controle de fluxos de caixa organizados e estruturados para a pecuária.

Tabela 3. Indicadores produtivos e financeiros da pecuária de corte na propriedade analisada.

INDICADORES	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kg produzidos (kg)	342.850,00	310.861,00	320.137,00	440.905,00	358.385,00	357.292,00	306.927,00	305.956,00
kg vendidos (kg)	540.101,00	405.164,00	342.045,00	629.880,00	685.084,00	504.833,00	364.826,00	416.667,00
kg Comprados (kg)	181.593,00	117.936,00	128.983,00	160.625,00	99.439,00	279.871,00	83.964,00	107.691,00
Cabeças vendidas (animais)	1.516	1.032	897	1.553	1.859	1.263	941	1.059
Desfrute (%)	48,20%	36,90%	29,90%	42,70%	57,30%	42,50%	34,00%	36,30%
Área (ha)	1.921,80	1.978,75	1.686,71	1.812,93	1.884,25	1.680,58	1.708,95	1.659,20
Mão de obra total	R\$ 51.729,06	R\$ 47.103,03	R\$ 75.797,89	R\$ 83.458,68	R\$ 97.322,48	R\$ 98.369,65	R\$ 93.024,30	R\$ 97.172,43
Mão de obra/ha	R\$ 26,92	R\$ 23,80	R\$ 44,94	R\$ 46,04	R\$ 51,65	R\$ 58,53	R\$ 54,43	R\$ 58,57
Produção em kg/ha	178,40	157,10	189,80	243,20	190,20	212,60	179,60	184,40
Peso médio venda (kg)	356,30	392,60	381,30	405,60	368,50	399,70	387,70	393,50
Valor médio por animal (R\$)	R\$ 627,60	R\$ 911,50	R\$ 1.012,75	R\$ 1.046,34	R\$ 1.016,56	R\$ 1.282,53	R\$ 1.257,64	R\$ 1.368,47
Preço médio venda (R\$/kg)	R\$ 1,76	R\$ 2,32	R\$ 2,66	R\$ 2,58	R\$ 2,76	R\$ 3,20	R\$ 3,24	R\$ 3,48
Receita (R\$/ha)	R\$ 313,98	R\$ 364,47	R\$ 504,87	R\$ 627,46	R\$ 524,95	R\$ 680,32	R\$ 581,90	R\$ 641,71
Custo Total (R\$)	R\$ 245.499,90	R\$ 251.877,15	R\$ 374.434,35	R\$ 500.551,92	R\$ 426.771,43	R\$ 303.558,60	R\$ 323.727,14	R\$ 416.522,97
Custo (R\$/ha)	R\$ 127,74	R\$ 127,29	R\$ 221,99	R\$ 276,10	R\$ 226,49	R\$ 180,63	R\$ 189,43	R\$ 251,04
Lucro (R\$/ha)	R\$ 186,24	R\$ 237,18	R\$ 282,88	R\$ 351,36	R\$ 298,46	R\$ 499,69	R\$ 392,47	R\$ 390,67
Lucro Mensal (R\$/ha.mês)	R\$ 15,52	R\$ 19,77	R\$ 23,57	R\$ 29,28	R\$ 24,87	R\$ 41,64	R\$ 32,71	R\$ 32,56

4.2. Coleta de dados e construção dos fluxos de caixa: os custos de produção e as receitas

Para realizarmos análises econômicas de retorno, os fluxos de caixa são importantes, são os valores que refletem as entradas e saídas de recursos e da produção no tempo. Os fluxos de entrada são obtidos principalmente a partir da venda da produção e de produtos secundários, os fluxos de saída das despesas de investimento (máquinas, equipamentos, reprodutores) e das despesas operacionais (mão de obra, alimentação, impostos, assistência técnica, insumos). Os fluxos, então, são formados a partir das receitas, dos custos operacionais (fixos e variáveis) e da depreciação (NORONHA, 1987; KAY *et al.*, 2014).

Através do fluxo de caixa, obtêm-se a demonstração de resultados (ou demonstrativo de lucros e perdas), que são as diferenças entre as receitas e despesas de um dado exercício contábil. Diferenças positivas indicam lucro ou renda rural líquida positiva, diferenças negativas indicam prejuízo ou renda rural líquida negativa. Essa demonstração de resultados se diferencia do balanço patrimonial, pois o balanço é a posição financeira em um determinado momento, enquanto que a demonstração de resultados é ao longo de um período de tempo (KAY *et al.*, 2014).

A receita pode ser definida como o valor dos produtos e serviços gerados por um negócio durante um exercício contábil e as despesas como os custos ou dispêndios sofridos na produção da renda. O lucro, ou renda rural líquida, é a diferença entre receitas e despesas. Depreciação é a perda anual de valor devido ao uso, desgaste, dano, idade e obsolescência técnica. São exemplos máquinas, construções, sistemas de irrigação e animais reprodutores. Terra, por ter vida útil ilimitada não é considerada um ativo depreciável (KAY *et al.*, 2014).

Os resultados dos custos de produção estão diretamente relacionados com os sistemas de cultivo e o modelo agrícola adotado pelo produtor rural. Custo de produção é, portanto, a soma dos valores de insumos e serviços utilizados no processo produtivo, num período de tempo. Outro conceito importante é o de custo operacional, que é o custo de desembolso monetário da atividade produtiva mais a depreciação. Os custos de produção são divididos em dois tipos, ou seja, os custos variáveis totais (CVT), que representam as despesas realizadas com os fatores variáveis de produção, e os custos fixos totais (CFT), a parcela dos custos totais que independe da produção. O custo total (CT) é, portanto, a soma dos custos fixos totais e variáveis totais (CONAB, 2010).

Segundo a metodologia da CONAB (2010), os custos variáveis podem ser divididos em: i. Custeio da produção - operação de máquinas e implementos, mão de obra e encargos

sociais, sementes, fertilizantes, agrotóxicos, irrigação, despesas administrativas, outros; ii. Despesas pós-colheita - seguro agrícola, transporte externo, assistência técnica, armazenagem, despesas administrativas e outros; iii. Despesas financeiras – juros. Os custos fixos podem ser divididos em: depreciações e exaustão, mão de obra e encargos sociais e seguros. O custo operacional é, então, a soma dos custos variáveis e fixos.

Outra metodologia utilizada é a do IEA (Instituto de Economia Agrícola – SP) que utiliza o custo operacional de produção (Figura 8). O custo operacional é formado pelas despesas efetivamente desembolsadas pelo agricultor mais a depreciação de máquinas e benfeitorias. O custo operacional total adiciona também os custos indiretos da produção, ou seja, seguro, encargos financeiros e outras despesas (MATSUNAGA *et al.*, 1976).

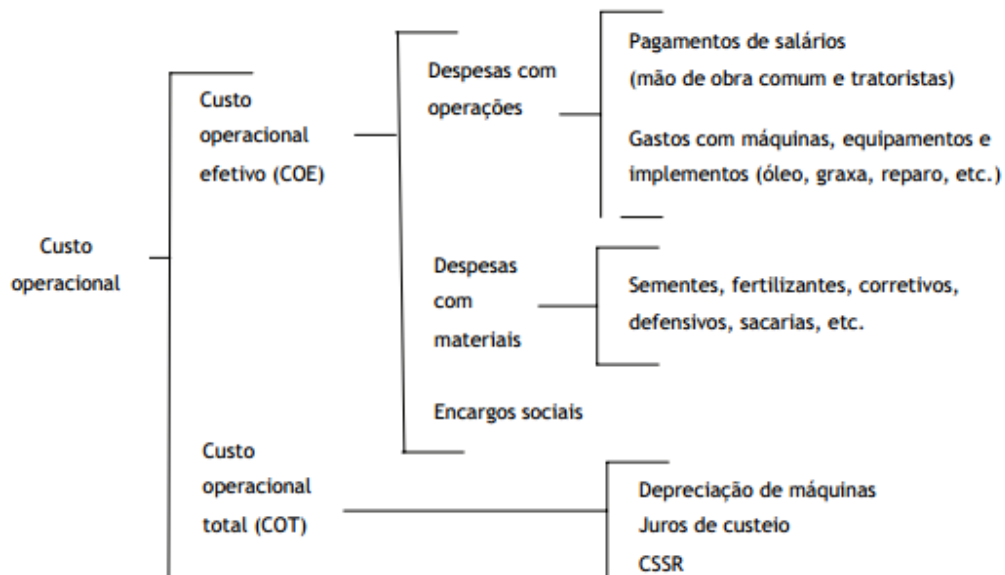


Figura 8. Estrutura dos custos de produção utilizados pelo IEA.

Fonte: IEA, 2012.

Com relação aos custos considerados no presente trabalho, estes foram separados em custos de produção, que são os custos operacionais efetivos (COE) da metodologia do IEA, e outros custos, abrangendo o custo operacional total (COT) da metodologia do IEA, porém de forma mais abrangente, incluindo valores também utilizados na metodologia da CONAB. Dentro dos custos de produção entram sementes, adubos e corretivos, defensivos, e os custos fixos da safra: aplicações (avião), arrendamento (quando ocorre), irrigação, combustíveis e lubrificantes, mão de obra e juros/encargos financeiros, prestação de serviços, fretes, energia elétrica, peças e reposição, manutenção, secagem e armazenagem, e outros (Figura 9). Dentro

dos outros custos estão a depreciação, os seguros, impostos e taxas, serviços de administração, viagens/deslocamentos.

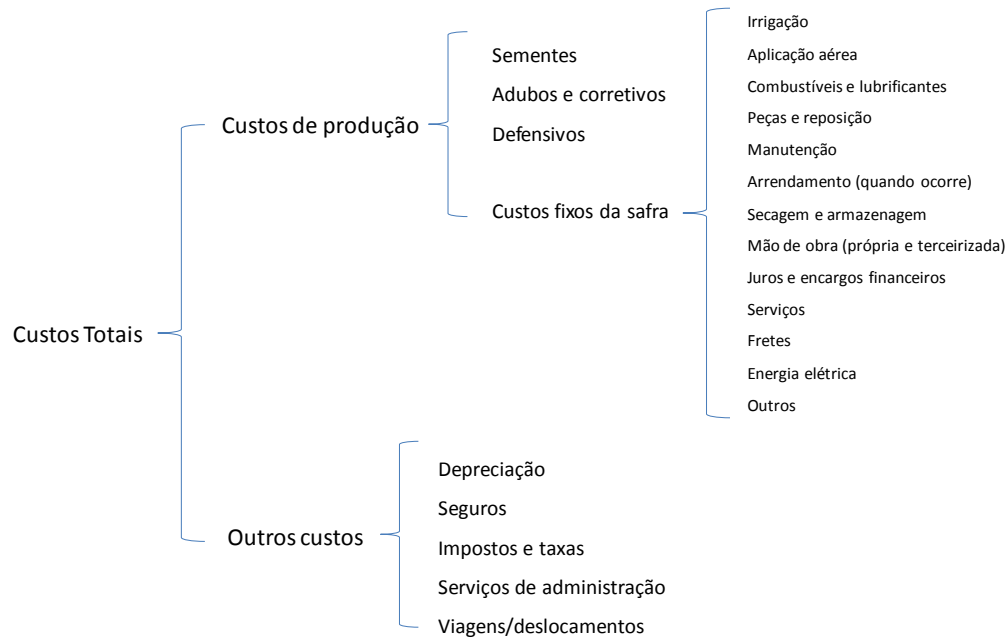


Figura 9. Organização dos custos utilizados na análise dos dados.

Fonte: Da autora, 2015.

A partir dos dados de evolução da lavoura fornecidos pela propriedade, com dados de aplicações de fertilizantes, corretivos e defensivos, assim como valores de produtividade, foram montadas planilhas de custos e de rentabilidade. Os custos de semente, adubos e corretivos e defensivos foram calculados por área, utilizando-se dados de evolução da lavoura, juntamente com os preços dos produtos (obtidos a partir dos relatórios de controle e movimentação de estoques do ADM Rural). O ADM Rural era o software utilizado no período analisado para a administração e gerenciamento da propriedade rural. O programa é alimentado com dados de custos (compra de produtos, combustíveis, etc) e de receitas (venda produção, animais, etc) gerando dados para as análises através de planos de contas gerenciais, centro de custos, relatórios e estatísticas. Existem algumas aproximações por falta de valores de determinados produtos, sendo utilizado o valor de produtos semelhantes, ou da safra mais próxima. Os demais dados de custo utilizados foram fornecidos pelo software (relatórios integrados), por hectare, para cada safra e, por isso, denominados custos fixos da safra. Os custos de produção da lavoura de arroz podem ser menores que os encontrados na literatura, devido ao sistema de irrigação funcionar basicamente por gravidade, reduzindo os custos com energia elétrica na propriedade.

Os valores utilizados tanto na formação dos custos, quanto das receitas são nominais, ou seja, não foram ajustados/atualizados pelo IGP-DI, sendo valores que refletem as variações nos preços no ano, efetivamente verificados sem descontar os efeitos inflacionários.

Quanto à rentabilidade da atividade, a produtividade obtida foi multiplicada pelo valor da produção (R\$ por kg) obtido por safra, de modo a controlar a rentabilidade das diferentes áreas. Em sistemas que possuem mais de uma gleba, esses valores foram calculados separadamente, para reduzir o erro, mas nas análises utilizou-se o valor médio para cada sistema.

Os dados utilizados compreendem as safras de 2006/07 a 2012/13 para as atividades agrícolas, e os anos de 2006 a 2013 para a pecuária. A safra agrícola na propriedade compreende o período entre 01 de junho de um ano e 31 de maio do ano seguinte. Já a pecuária trabalha em ano fechado, ou seja, de janeiro a dezembro. Os dados pecuários foram ajustados de maneira a tornarem-se compatíveis com as safras agrícolas.

A atividade pecuária possui mais difícil controle na propriedade e, portanto, somente são analisados os valores totais de custos de produção, rentabilidade anual da atividade e lucratividade. Essas divisões podem ser observadas nas Tabelas 4 e 5, de custos e rentabilidade, respectivamente.

Tabela 4. Custos de produção de uma gleba de arroz (R\$/ha), no Sistema 1 - safra 2011/12.

SISTEMA 1 - SAFRA 2011/12 - ARROZ				
SALSO 1 ^a				
CUSTOS PRODUÇÃO (R\$/ha)				
INSUMOS	NOME	QUANTIDADE	PREÇO UNIT	VALOR TOTAL
SEMENTE		1,9	R\$ 120,5	R\$ 226,0
ADUBO	05.20.30		R\$ 1,1	
	turbo 455	310,46	R\$ 1,0	R\$ 301,1
URÉIA		270,17	R\$ 0,9	R\$ 243,2
FUNGICIDAS	NATIVO	0,75	R\$ 55,0	R\$ 41,3
	AUREO	0,15	R\$ 31,1	R\$ 4,7
HERBICIDAS	ROUNDUP	2,5	R\$ 10,6	R\$ 26,5
	TEK F	0,05	R\$ 80,0	R\$ 4,0
	KIFIX	0,2	R\$ 488,3	R\$ 97,7
	DASH	0,5	R\$ 8,4	R\$ 4,2
INSETICIDA	CURBIX	0,15	R\$ 87,2	R\$ 13,1
	TALCORD	0,15	R\$ 18,8	R\$ 2,8
	CEFANOL	0,7	R\$ 18,8	R\$ 13,1
TOTAL				R\$ 977,6
CUSTOS FIXOS SAFRA				
	ARRENDAMENTO			R\$ 148,1
	AVIAÇÃO AGRÍCOLA			R\$ 113,1
	COMBUSTÍVEIS			R\$ 276,9
	FRETES			R\$ 87,2
	ENERGIA ELÉTRICA			R\$ 106,7
	IRRIGAÇÃO			R\$ 133,6
	MANUTENÇÃO			R\$ 143,3
	M.O. PRÓPRIA			R\$ 493,4

M.O. TERCEIROS	R\$ 29,7
PEÇAS E REPOSIÇÃO	R\$ 32,0
OUTROS/DIVERSOS	R\$ 2,3
SERVIÇOS	R\$ 11,1
SECAGEM/ARMAZENAGEM	R\$ 41,9
JUROS/ENCARGOS FINANCEIROS	R\$ 4,2
LUBRIFICANTES	R\$ 0,4
TOTAL	R\$ 1.623,9
OUTROS CUSTOS	
IMPOSTOS E TAXAS	R\$ 16,1
ADMINISTRAÇÃO	R\$ 311,6
SEGUROS	R\$ 7,7
DEPRECIACÃO	R\$ 323,0
VIAGENS/DESLOCAMENTOS	R\$ 0,1
TOTAL	R\$ 658,4
CUSTO TOTAL/há	R\$ 3.259,9

Tabela 5. Receitas de uma gleba de arroz (R\$/ha), no Sistema 1 - safra 2011/12.

RECEITA		
kg/ha (produção)	R\$/kg (preço pago ao produtor)	TOTAL (R\$/ha)
7.813,83	R\$ 0,57	R\$ 4.453,75

4.3. Análise dos dados

A partir dos dados de custos de produção e das receitas agrícolas, são calculados os lucros. Com os três valores calculados anualmente, ou seja, somando-se o uso da terra no verão e no inverno, são construídos gráficos e tabelas, demonstrando os dados e permitindo a análise descritiva dos dados. A análise da estatística descritiva a partir das médias e dos desvios-padrões demonstra as diferenças entre os sistemas, em relação aos custos e rendas, e, principalmente, na diferenciação do lucro das atividades.

A análise de fronteira eficiente da média-variância - E-V (expectância-variância) permite que o tomador de decisões, o agricultor, escolha uma combinação de atividades de produção, selecionando o retorno esperado e a variância dos retornos de cada uma das estratégias. Para uma determinada taxa de retorno, o agricultor escolheria a atividade que oferecesse menor variância, ou seja, menor risco; para certa variância, seria escolhida a atividade com maior retorno. Do conjunto desses pontos, forma-se a fronteira eficiente da média-variância (Efficient E-V Frontier). A fronteira de eficiência econômica é, portanto, o ponto dentro do espaço de retornos e riscos onde se atinge o melhor retorno econômico

(PADILHA JUNIOR, 2004). O termo fronteira E-V, entretanto, é um termo conceitual, metodológico de análise de retorno e risco (variabilidade). A expectância é medida pelo retorno médio, no caso o lucro médio de cada sistema ao longo período analisado, e a variabilidade é medida pelo desvio-padrão, que tem como vantagem em relação à variância manter a unidade de medida original. A variância tem como unidade de medida o quadrado da medida original da variável (no caso R\$²), dificultando a interpretação dos resultados. Na prática, a maioria dos trabalhos que analisam E-V utilizam o desvio-padrão pela manutenção da unidade de medida original, facilitando a interpretação dos resultados.

O produtor rural possui duas fontes de riscos e incertezas: uma indireta, sobre a qual ele não possui controle (políticas econômicas, clima), e uma direta, advinda das decisões diárias (decisões na esfera produtiva, financeira e na comercialização do produto). Dentro da análise de risco, a análise de sensibilidade avalia a sensibilidade do projeto a variações nos parâmetros e variáveis que medem a rentabilidade deste. Pode-se, assim, analisar o efeito de uma variação de x% na produtividade da cultura sobre a lucratividade das atividades, ou também uma variação de y% no preço de determinado insumo. Normalmente, se analisa o efeito de uma variável de cada vez, utilizando-se as variáveis que trazem ao projeto maior nível de risco e incerteza, aprofundando a análise do efeito de determinada variável sobre a viabilidade do projeto (NORONHA, 1987; CEÑA; ROMERO, 1989). São construídas análises de sensibilidade, de acordo com as previsões para o mercado de grãos na próxima safra (2015/16) de aumento nos custos de produção, tanto para arroz quanto para soja, e também se somando os dois cenários. A cada cenário, os sistemas são novamente analisados pela fronteira E-V.

São construídas tabelas por ano safra, demonstrando a representatividade das produções de arroz, soja e pecuária sobre a formação dos custos e dos lucros totais da safra, permitindo a visualização das diferenças entre as atividades produtivas. A partir do valor de cultivo (Receita anual/área), da análise de eficiência econômica (relação entre o valor do produto gerado e o custo dos recursos utilizados), e dos custos de uso da mão de obra própria, poderemos concluir qual atividade é mais eficiente economicamente, no uso da terra e no uso da mão de obra.

A produtividade do arroz também é estudada, avaliando se a atividade de verão antecessora afeta ou não os níveis de produtividade do arroz. São, para tanto, comparadas as produtividades médias (das safras em que há possibilidade de análise) entre os sistemas que possuem arroz após arroz (verão anterior), arroz após pecuária (ano inteiro, já que a pecuária utiliza todas as áreas no inverno) e arroz após soja (cultivo verão anterior).

Os sistemas são, portanto, analisados a cada etapa, formando diferentes prognósticos, da realidade atual até um futuro próximo, destacando aos produtores a importância da tomada de decisão estratégica, de acordo não somente com a capacidade produtiva, mas também com o mercado agropecuário. A maior ou menor aversão ao risco dos produtores também é discutida e levada em consideração nas discussões.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a visualização e entendimento dos resultados, além de sua discussão, os mesmos são divididos em diferentes análises, sendo: análise descritiva e a análise de fronteira eficiente E-V (expectância–desvio-padrão), análises de sensibilidade, análise anual das atividades agropecuárias e análise de eficiência: econômica, de uso da mão de obra própria e do uso da terra.

5.1. Análise descritiva e a análise de fronteira eficiente E-V

Com os dados de custo e receita, por atividade agrícola e pecuária, foram calculados os valores anuais totais (custos e receitas) e o lucro, somando-se as atividades de inverno e verão em cada sistema (Tabelas 6, 7 e 8). Sua análise serve como complementar as discussões seguintes. O quadro esquematizando os sistemas foi novamente inserido para facilitar o entendimento dos resultados (Quadro 2).

	Sistema 1		Sistema 2		Sistema 3		Sistema 4		Sistema 5		Sistema 6	
Safra	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
2006/07	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja
2007/08	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja	Pecuária	Soja	Pecuária	Pecuária
2008/09	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Arroz	Pecuária	Arroz	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária
2009/10	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja
2010/11	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja	Pecuária	Milho	Pecuária	Arroz
2011/12	Pecuária	Arroz	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Arroz e Soja	Pecuária	Arroz	Pecuária	Arroz	Pecuária	Milho e Soja
2012/13	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Soja	Pecuária	Milho	Pecuária	Soja

Quadro 2. Esquema dos sistemas de produção selecionados.

Tabela 6. Custos de produção por sistema e por safra, em R\$/ha (considerando pecuária no inverno em todas as áreas).

Safra	Sistema 1			Sistema 2	Sistema 3			Sistema 4			Sistema 5			Sistema 6		
	Inverno	Verão	Total	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total
2006/07			R\$ 127,56	R\$ 127,56	31,89	2.033,97	R\$ 2.065,86			R\$ 127,56			R\$ 127,56	31,89	1.048,60	R\$ 1.080,49
2007/08	41,69	2.295,63	R\$ 2.337,32	R\$ 166,75			R\$ 166,75	41,69	1.657,34	R\$ 1.699,03	41,69	1.735,54	R\$ 1.777,23			R\$ 166,75
2008/09	61,13	3.208,26	R\$ 3.269,39	R\$ 244,54	61,13	3.032,23	R\$ 3.093,36	61,13	2.950,76	R\$ 3.011,90	61,13	2.957,03	R\$ 3.018,16			R\$ 244,54
2009/10			R\$ 255,43	R\$ 255,43			R\$ 255,43			R\$ 255,43			R\$ 255,43	63,86	1.420,15	R\$ 1.484,01
2010/11	51,92	2.924,74	R\$ 2.976,66	R\$ 207,67			R\$ 207,67	51,92	1.471,99	R\$ 1.523,90	51,92	0,00	R\$ 51,92	51,92	2.951,97	R\$ 3.003,89
2011/12	46,26	3.247,45	R\$ 3.293,71	R\$ 185,03	46,26	2.677,17	R\$ 2.723,43	46,26	3.352,23	R\$ 3.398,49	46,26	3.446,28	R\$ 3.492,53	46,26	2.205,09	R\$ 2.251,34
2012/13			R\$ 215,91	R\$ 215,91			R\$ 215,91	53,98	1.997,13	R\$ 2.051,11	53,98	0,00	R\$ 53,98	53,98	2.000,31	R\$ 2.054,29

Tabela 7. Receita por sistema e por safra, em R\$/ha (considerando pecuária no inverno em todas as áreas).

Safra	Sistema 1			Sistema 2	Sistema 3			Sistema 4			Sistema 5			Sistema 6		
	Inverno	Verão	Total	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total
2006/07			R\$ 335,02	R\$ 335,02	83,76	3.017,52	R\$ 3.101,28			R\$ 335,02			R\$ 335,02	83,76	1.258,42	R\$ 1.342,17
2007/08	105,74	4.731,44	R\$ 4.837,18	R\$ 422,97			R\$ 422,97	105,74	2.393,35	R\$ 2.499,09	105,74	2.395,52	R\$ 2.501,26			R\$ 422,97
2008/09	138,99	5.554,95	R\$ 5.693,93	R\$ 555,95	138,99	4.142,80	R\$ 4.281,78	138,99	5.010,81	R\$ 5.149,80	138,99	5.038,50	R\$ 5.177,49			R\$ 555,95
2009/10			R\$ 584,75	R\$ 584,75			R\$ 584,75			R\$ 584,75			R\$ 584,75	146,19	1.491,65	R\$ 1.637,84
2010/11	147,42	4.664,66	R\$ 4.812,08	R\$ 589,69			R\$ 589,69	147,42	3.018,51	R\$ 3.165,93	147,42	0,00	R\$ 147,42	147,42	5.552,50	R\$ 5.699,92
2011/12	159,83	4.190,99	R\$ 4.350,82	R\$ 639,31	159,83	4.550,57	R\$ 4.710,39	159,83	3.956,14	R\$ 4.115,97	159,83	3.231,87	R\$ 3.391,70	159,83	3.489,45	R\$ 3.649,28
2012/13			R\$ 606,82	R\$ 606,82			R\$ 606,82	151,71	2.985,50	R\$ 3.137,21	151,71	0,00	R\$ 151,71	151,71	2.873,39	R\$ 3.025,09

Tabela 8. Lucro por sistema e por safra, em R\$/ha (considerando pecuária no inverno em todas as áreas).

Safra	Sistema 1			Sistema 2	Sistema 3			Sistema 4			Sistema 5			Sistema 6		
	Inverno	Verão	Total	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total	Inverno	Verão	Total
2006/07			R\$ 207,47	R\$ 207,47	51,87	983,55	R\$ 1.035,42			R\$ 207,47			R\$ 207,47	51,87	209,81	R\$ 261,68
2007/08	64,06	2.435,81	R\$ 2.499,86	R\$ 256,22			R\$ 256,22	64,06	736,01	R\$ 800,06	64,06	659,98	R\$ 724,04			R\$ 256,22
2008/09	77,85	2.346,69	R\$ 2.424,54	R\$ 311,41	77,85	1.110,57	R\$ 1.188,42	77,85	2.060,05	R\$ 2.137,90	77,85	2.081,48	R\$ 2.159,33			R\$ 311,41
2009/10			R\$ 329,31	R\$ 329,31			R\$ 329,31			R\$ 329,31			R\$ 329,31	82,33	71,50	R\$ 153,83
2010/11	95,58	1.739,92	R\$ 1.835,50	R\$ 382,31			R\$ 382,31	95,58	1.546,52	R\$ 1.642,10	95,58	0,00	R\$ 95,58	95,58	2.600,54	R\$ 2.696,11
2011/12	113,75	943,54	R\$ 1.057,30	R\$ 455,02	113,75	1.873,39	R\$ 1.987,15	113,75	603,91	R\$ 717,66	113,75	-214,40	-R\$ 100,65	113,75	1.284,37	R\$ 1.398,12
2012/13			R\$ 391,72	R\$ 391,72			R\$ 391,72	97,93	988,37	R\$ 1.086,30	97,93	0,00	R\$ 97,93	97,93	873,08	R\$ 971,01

Os dados foram agrupados por safra de maneira a facilitar sua análise (Tabela 9). A partir de sua estatística descritiva, os sistemas podem ser diferenciados quanto ao seu comportamento ao longo do tempo e, a partir da análise das médias e dos desvios-padrão (variabilidade dos dados), pode-se discutir qual o melhor sistema, dependendo da característica do produtor, de maior ou menor aversão ao risco.

Tabela 9. Resumo dos custos por safra dos sistemas produtivos e sua análise descritiva (R\$/ha).

Safra	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4	SISTEMA 5	SISTEMA 6
2006/07	R\$ 127,56	R\$ 127,56	R\$ 2.065,86	R\$ 127,56	R\$ 127,56	R\$ 1.080,49
2007/08	R\$ 2.337,32	R\$ 166,75	R\$ 166,75	R\$ 1.699,03	R\$ 1.777,23	R\$ 166,75
2008/09	R\$ 3.269,39	R\$ 244,54	R\$ 3.093,36	R\$ 3.011,90	R\$ 3.018,16	R\$ 244,54
2009/10	R\$ 255,43	R\$ 255,43	R\$ 255,43	R\$ 255,43	R\$ 255,43	R\$ 1.484,01
2010/11	R\$ 2.976,66	R\$ 207,67	R\$ 207,67	R\$ 1.523,90	R\$ 51,92	R\$ 3.003,89
2011/12	R\$ 3.293,71	R\$ 185,03	R\$ 2.723,43	R\$ 3.398,49	R\$ 3.492,53	R\$ 2.251,34
2012/13	R\$ 215,91	R\$ 215,91	R\$ 215,91	R\$ 2.051,11	R\$ 53,98	R\$ 2.054,29
Media	R\$ 1.782,28	R\$ 200,41	R\$ 1.246,92	R\$ 1.723,92	R\$ 1.253,83	R\$ 1.469,33
Mínimo	R\$ 127,56	R\$ 127,56	R\$ 166,75	R\$ 127,56	R\$ 51,92	R\$ 166,75
Maximo	R\$ 3.293,71	R\$ 255,43	R\$ 3.093,36	R\$ 3.398,49	R\$ 3.492,53	R\$ 3.003,89
DP	R\$ 1.401,70	R\$ 41,31	R\$ 1.227,83	R\$ 1.153,60	R\$ 1.391,20	R\$ 975,18
CV	0,79	0,21	0,98	0,67	1,11	0,66

Na Tabela 9 constam os dados de custo total de produção a cada safra, para cada sistema. Através da análise descritiva dos dados de custo, pode-se perceber que o Sistema 2 (pecuária somente) possui o menor custo médio (entre os anos) e também a menor variabilidade – menor coeficiente de variação (CV). O sistema 1 (binômio arroz/pecuária) apresenta os maiores custos de produção, o que se deve principalmente aos altos custos de produção do arroz. O Sistema 4 (mais rotacionado ao longo do tempo) apresenta o segundo maior custo médio de produção, também devido à importância dos custos de produção do arroz, muito mais expressivos que os da soja, como pode ser observado na diferença dos custos entre a safra 2010/11 e 2011/12, onde foram cultivados soja e arroz, respectivamente. O sistema 5 apresentou maior coeficiente de variação, devido ao fato de todo milho cultivado ser destinado à pecuária, estando seus custos, portanto, dentro dos custos desta atividade – a variabilidade dos custos do sistema torna-se muito grande. Os sistemas 4 e 6 apresentaram melhor relação Custo x Variabilidade (medida pelo desvio-padrão), esses sistemas tem resultados concordantes com a literatura revisada, onde sistemas mais diversificados induzem

menores variações custos de produção na média dos anos, buscando rotacionar culturas para uma maior diversificação do uso do solo, de maneira a reduzir a dependência de uma única atividade produtiva, e os impactos de fatores não controláveis pelo agricultor sobre o desempenho da propriedade.

Na tabela 10, que apresenta os valores de receita, ocorre o mesmo comportamento observado nos custos, com relação aos sistemas, onde o sistema 2 apresenta menores receitas e também menor coeficiente de variação; o sistema 1 apresenta a maior rentabilidade por hectare, seguido do sistema 4. Isso se deve, principalmente, aos níveis de produtividade obtidos na cultura do arroz e aos preços obtidos pelos grãos nas safras. Analisando a relação receita x variabilidade (desvio-padrão), observa-se que os sistemas 4 e 6, apresentam também melhor combinação (como observado com relação aos custos).

Tabela 10. Resumo das receitas por safra dos sistemas produtivos e sua análise descritiva (R\$/ha).

Safra	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4	SISTEMA 5	SISTEMA 6
2006/07	R\$ 335,02	R\$ 335,02	R\$ 3.101,28	R\$ 335,02	R\$ 335,02	R\$ 1.342,17
2007/08	R\$ 4.837,18	R\$ 422,97	R\$ 422,97	R\$ 2.499,09	R\$ 2.501,26	R\$ 422,97
2008/09	R\$ 5.693,93	R\$ 555,95	R\$ 4.281,78	R\$ 5.149,80	R\$ 5.177,49	R\$ 555,95
2009/10	R\$ 584,75	R\$ 584,75	R\$ 584,75	R\$ 584,75	R\$ 584,75	R\$ 1.637,84
2010/11	R\$ 4.812,08	R\$ 589,69	R\$ 589,69	R\$ 3.165,93	R\$ 147,42	R\$ 5.699,92
2011/12	R\$ 4.350,82	R\$ 639,31	R\$ 4.710,39	R\$ 4.115,97	R\$ 3.391,70	R\$ 3.649,28
2012/13	R\$ 606,82	R\$ 606,82	R\$ 606,82	R\$ 3.137,21	R\$ 151,71	R\$ 3.025,09
Media	R\$ 3.031,52	R\$ 533,50	R\$ 2.042,53	R\$ 2.712,54	R\$ 1.755,62	R\$ 2.333,32
Mínimo	R\$ 335,02	R\$ 335,02	R\$ 422,97	R\$ 335,02	R\$ 147,42	R\$ 422,97
Maximo	R\$ 5.693,93	R\$ 639,31	R\$ 4.710,39	R\$ 5.149,80	R\$ 5.177,49	R\$ 5.699,92
DP	R\$ 2.216,72	R\$ 103,14	R\$ 1.779,76	R\$ 1.626,63	R\$ 1.831,85	R\$ 1.765,50
CV	0,73	0,19	0,87	0,60	1,04	0,76

Com relação ao lucro (Tabela 11), pode-se observar comportamento condizente aos dados de custo e receita, onde o Sistema 2 apresenta menor lucratividade, porém também menor risco – menor variabilidade, o Sistema 1 apresenta maior lucratividade por hectare, por ser o sistema mais consolidado e adaptado às condições dos solos de terras baixas. O segundo melhor desempenho é obtido pelo sistema 4, sistema que apresenta maior rotação de atividades de verão. Os sistemas 5 e 6, representam os sistemas com maior variabilidade nos cultivos, apresentam maior coeficiente de variação (CV), tendo portanto, maior risco associado. O sistema 6 apresentou, na safra

2010/11 a maior lucratividade observada, devido aos altos níveis de produtividade alcançados pela cultura do arroz nesta área.

Tabela 11. Resumo dos lucros por safra dos sistemas produtivos e sua análise descritiva (R\$/ha).

Safra	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4	SISTEMA 5	SISTEMA 6
2006/07	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 1.035,42	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 261,68
2007/08	R\$ 2.499,86	R\$ 256,22	R\$ 256,22	R\$ 800,06	R\$ 724,04	R\$ 256,22
2008/09	R\$ 2.424,54	R\$ 311,41	R\$ 1.188,42	R\$ 2.137,90	R\$ 2.159,33	R\$ 311,41
2009/10	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 153,83
2010/11	R\$ 1.835,50	R\$ 382,31	R\$ 382,31	R\$ 1.642,10	R\$ 95,58	R\$ 2.696,11
2011/12	R\$ 1.057,30	R\$ 455,02	R\$ 1.987,15	R\$ 717,66	-R\$ 100,65	R\$ 1.398,12
2012/13	R\$ 391,72	R\$ 391,72	R\$ 391,72	R\$ 1.086,30	R\$ 97,93	R\$ 971,01
Media	R\$ 1.249,39	R\$ 333,35	R\$ 795,79	R\$ 988,69	R\$ 501,86	R\$ 864,05
Mínimo	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 256,22	R\$ 207,47	-R\$ 100,65	R\$ 153,83
Maximo	R\$ 2.499,86	R\$ 455,02	R\$ 1.987,15	R\$ 2.137,90	R\$ 2.159,33	R\$ 2.696,11
DP	R\$ 925,27	R\$ 78,29	R\$ 594,49	R\$ 644,90	R\$ 717,56	R\$ 861,50
CV	0,74	0,23	0,75	0,65	1,43	1,00

Através da relação entre risco (variabilidade medida pelo desvio-padrão) e retorno, pode-se concluir que o sistema 2, apesar de apresentar baixo retorno, possui também baixo risco, situando-se abaixo e à esquerda no gráfico da relação retorno x risco medida pela E-V (expectância-desvio-padrão) (Gráfico 1). Sendo essa atividade, portanto, recomendável somente a produtores muito avessos ao risco ou descapitalizados. O sistema 5 possui baixo retorno e maior risco, mantendo-se abaixo, porém à direita no gráfico, o que é devido, em grande parte, ao lucro negativo observado na safra 2011/12, onde os custos de produção de arroz, nessa área, superaram a rentabilidade obtida (produtividade mais baixa que as observadas nas outras áreas de arroz, na mesma safra), sendo, portanto, um sistema que não combina bem o retorno esperado com o risco. O sistema 1 é o que apresenta maior retorno esperado, mas também maior risco, ficando acima e a direita no gráfico. Os maiores riscos desse sistema estão na sua menor diversificação de cultivos, onde a lucratividade da área é grandemente dependente de uma única cultura, o arroz. O sistema 6, apesar de trazer o terceiro maior retorno (atrás somente dos sistemas 1 e 4) apresenta alta variabilidade, encontrando-se mais abaixo e à direita no gráfico.

Buscando aliar os retornos esperados com a questão ambiental discutida nos capítulos de revisão, reduzindo os riscos da dependência econômica de monocultivos,

trazendo benefícios diretos e indiretos aos sistemas produtivos, os sistemas 3 e 4, com arroz, soja e pecuária são os que melhor combinam retorno e risco nas condições da propriedade, aparecendo mais acima (maior retorno) e a direita (maior risco, se comparado ao sistema 2) no gráfico 1.

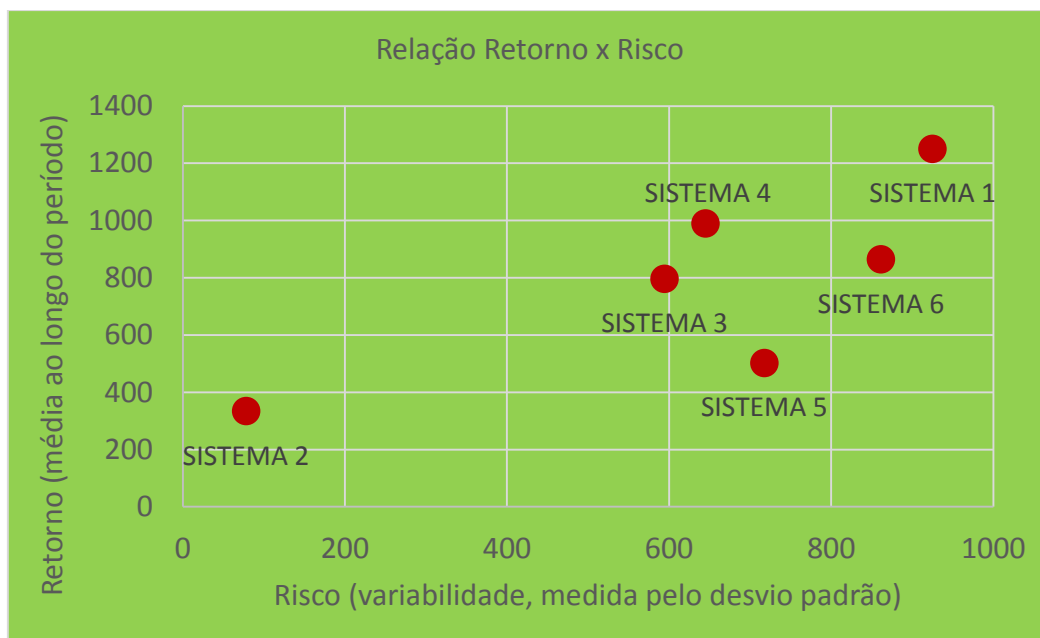


Gráfico 1. Relação retorno x risco medida pela E-V (expectância – desvio-padrão).

Os sistemas 1, 3 e 4 são, portanto, os sistemas mais recomendados para produtores de menor aversão ao risco, sendo o sistema 1 o com maior retorno esperado e também maior risco, e os sistemas 3 e 4 os que, nas condições da propriedade, demonstraram melhor relação retorno x risco, por sua diversificação (redução de risco).

5.2. Análises de sensibilidade

Visando a conhecer a resposta dos sistemas às alterações no mercado agrícola, foram construídas análises de sensibilidade, tanto a aumentos nos custos, como a aumentos na rentabilidade das culturas. As análises de sensibilidade são apenas para atividade agrícola, dada sua maior importância na lucratividade dos sistemas, e ao fato de estarem mais sujeitas ao mercado internacional de commodities.

As perspectivas para a próxima safra são de aumentos de 10% - 30% nos custos de produção devido ao aumento do dólar, acarretando diretamente em aumentos nos preços de combustíveis e insumos agrícolas. O aumento na energia elétrica também influenciará o aumento nos custos de produção do arroz e outras culturas irrigadas. Além disso, a disponibilidade de crédito de pré-custeio reduziu em 20% nos primeiros

quatro meses de 2015, e as taxas de juros subiram para 9,5% no Banco do Brasil, dificultando o acesso dos produtores ao recurso. Entretanto, segundo o Plano Agrícola e Pecuário 2015/16, o crédito disponibilizado terá um aumento de 20% em relação ao Plano Safra anterior, visando a reduzir os impactos das previsões de aumentos dos custos de produção (COMAS, 2015; MENDES, 2015). A soja pode alcançar os maiores patamares, com aumento dos custos de produção em 30%. Já para o arroz, segundo dados da FARSUL (MAYER, 2015), o custo de produção vai aumentar em R\$ 218,00 na próxima safra, devido, principalmente, à energia elétrica e aos combustíveis. Para compensar esse aumento, o produtor teria que colher seis sacos a mais por hectare.

5.2.1. Cenário 1: aumento de 10% nos custos de produção do arroz

Segundo as previsões destacadas acima, os custos de produção de arroz devem aumentar na safra 2015/16. Um aumento de 10% nos custos de produção do arroz deve impactar, principalmente, a lucratividade dos sistemas 1, 3, 4 e 5, sistemas mais “dependentes” do arroz na formação do seu lucro médio. No sistema 1, a redução do lucro é de aproximadamente 15%, nos sistemas 3 e 4 a queda fica na casa dos 10%. No sistema 5, a redução no lucro é de 18,3%, efeito que pode ser facilmente visualizado na safra 2011/12 (Tabela 12), onde a lucratividade da atividade foi diminuída em 4 vezes (equivalente à uma redução de 343% no lucro), tornando-se ainda mais negativa.

Tabela 12. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 10% nos custos de produção do arroz (R\$/ha).

Safra	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4	SISTEMA 5	SISTEMA 6
2006/07	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 832,02	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 261,68
2007/08	R\$ 2.270,30	R\$ 256,22	R\$ 256,22	R\$ 800,06	R\$ 724,04	R\$ 256,22
2008/09	R\$ 2.103,72	R\$ 311,41	R\$ 885,20	R\$ 1.842,82	R\$ 1.863,63	R\$ 311,41
2009/10	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 153,83
2010/11	R\$ 1.542,95	R\$ 382,02	R\$ 382,02	R\$ 1.642,03	R\$ 95,50	R\$ 2.400,84
2011/12	R\$ 732,37	R\$ 454,28	R\$ 1.826,31	R\$ 382,25	-R\$ 445,46	R\$ 1.397,94
2012/13	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 1.086,10	R\$ 97,73	R\$ 970,81
Media	R\$ 1.082,43	R\$ 333,09	R\$ 700,29	R\$ 898,58	R\$ 410,32	R\$ 821,82
Mínimo	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 256,22	R\$ 207,47	-R\$ 445,46	R\$ 153,83
Maximo	R\$ 2.270,30	R\$ 454,28	R\$ 1.826,31	R\$ 1.842,82	R\$ 1.863,63	R\$ 2.400,84
DP	R\$ 810,61	R\$ 78,01	R\$ 514,27	R\$ 604,44	R\$ 674,79	R\$ 773,47
CV	0,75	0,23	0,73	0,67	1,64	0,94

Através da análise da relação Retorno x Risco (Gráfico 2), percebe-se que todos os sistemas (exceto o 2) se deslocaram para baixo com a redução dos retornos. Os sistemas 3 e 4 se deslocaram para a esquerda, apresentando menor risco. O sistema 1, sendo o mais sensível (baseado em arroz e pecuária) se aproxima do sistema 6, demonstrando que, em condições de aumentos nos custos de produção de arroz, o sistema 6 praticamente não sofre alterações. Os sistemas 4 e 6 são os menos afetados, por apresentarem maior diversificação. O sistema 5 desloca-se ainda mais para baixo, demonstrando a má combinação entre Retorno e Risco.

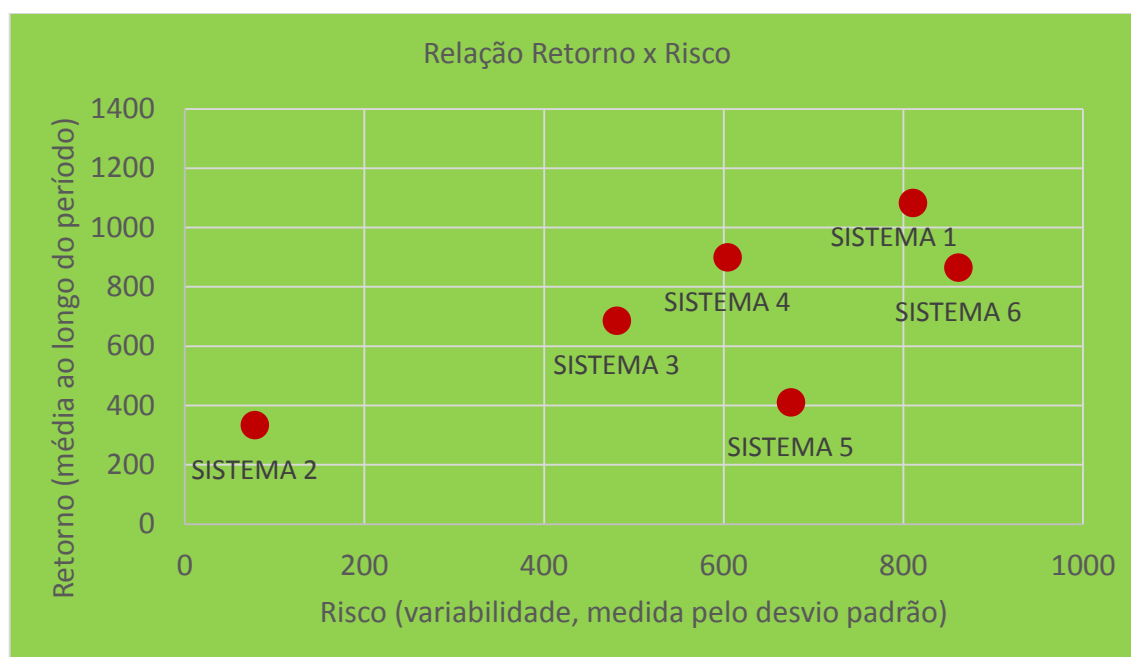


Gráfico 2. Relação Retorno x Risco num cenário de 10% de aumento nos custos de produção do arroz.

Neste cenário, os sistemas 1, 3 e 4 seguem sendo os recomendados para produtores de menor aversão ao risco, por possuírem maior retorno e maior risco associado. O sistema 2 não foi modificado e, portanto, segue com a mesma resposta e indicação.

5.2.2. Cenário 2: aumento de 20% nos custos de produção do arroz

Como os custos de produção de arroz são os que mais impactam a lucratividade de todos os sistemas, foi construído um segundo cenário, analisando separadamente o impacto dos acréscimos nos custos de produção do arroz, desta vez num cenário mais

pessimista. Aumentos de 20% nos custos de arroz acarretam em uma redução de 27% na lucratividade do sistema 1, de 24% no sistema 3, de 18% no sistema 4 e de 10% no sistema 6, o que nos permite concluir que os sistemas 4 e 6, por serem mais diversificados, são menos sensíveis que os sistemas mais baseados no arroz (1 e 3). No sistema 5, a queda na lucratividade é de 36%, e torna-se ainda mais expressiva na safra 2011/12 (Tabela 13), com uma redução de 7,85 vezes o lucro (redução equivalente a 685%).

Tabela 13. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 20% nos custos de produção do arroz (R\$/ha).

Safra	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4	SISTEMA 5	SISTEMA 6
2006/07	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 628,63	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 261,68
2007/08	R\$ 2.040,74	R\$ 256,22	R\$ 256,22	R\$ 800,06	R\$ 724,04	R\$ 256,22
2008/09	R\$ 1.782,89	R\$ 311,41	R\$ 581,98	R\$ 1.547,75	R\$ 1.567,92	R\$ 311,41
2009/10	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 153,83
2010/11	R\$ 1.250,48	R\$ 382,02	R\$ 382,02	R\$ 1.642,03	R\$ 95,50	R\$ 2.105,65
2011/12	R\$ 407,63	R\$ 454,28	R\$ 1.665,65	R\$ 47,03	-R\$ 790,09	R\$ 1.397,94
2012/13	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 1.086,10	R\$ 97,73	R\$ 970,81
Media	R\$ 915,63	R\$ 333,09	R\$ 604,96	R\$ 808,54	R\$ 318,84	R\$ 779,65
Minimo	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 256,22	R\$ 47,03	-R\$ 790,09	R\$ 153,83
Maximo	R\$ 2.040,74	R\$ 454,28	R\$ 1.665,65	R\$ 1.642,03	R\$ 1.567,92	R\$ 2.105,65
DP	R\$ 707,99	R\$ 78,01	R\$ 450,28	R\$ 596,31	R\$ 661,75	R\$ 689,75
CV	0,77	0,23	0,74	0,74	2,08	0,88

Na análise da relação Retorno x Risco (Gráfico 3), percebe-se uma aproximação entre os sistemas 1, 4 e 6, sendo o sistema 1 o de maior risco e maior retorno, os sistemas 4 e 6, apesar de terem alto risco, concordam com a bibliografia, apresentando menor sensibilidade à variação dos custos de uma atividade. Neste caso, os sistemas 1, 4 e 6 são os de maior retorno, indicados para produtores de menor aversão ao risco, enquanto o sistema 3, apesar de ter menor lucratividade, é o mais recomendado para produtores mais avessos ao risco, por manter-se mais à esquerda no gráfico. O sistema 5 é o que mais sofre o impacto dos aumentos nos custos de produção do arroz.

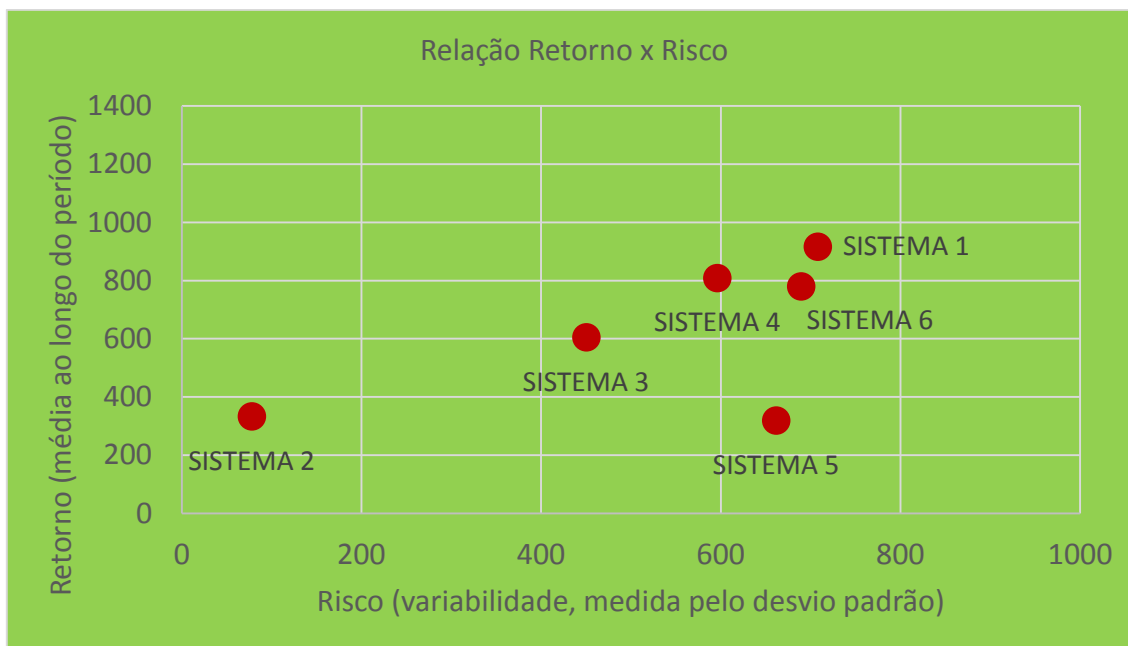


Gráfico 3. Relação Retorno x Risco num cenário de 20% de aumento nos custos de produção do arroz.

5.2.3. Cenário 3: aumento de 10% nos custos de produção de arroz e de 30% nos custos de produção de soja

Este cenário é o mais realista, segundo as previsões para a próxima safra de aumento nos custos de produção. Aumentos de 10% nos custos de produção de arroz e de 30% nos custos de produção de soja impactam principalmente os sistemas 6, 4 e 3, que são sensíveis aos dois aumentos, causando uma redução na lucratividade de 38%, 31% e 18% respectivamente. Os sistemas 1 e 3 apresentam impacto semelhante ao do cenário 1, pela maior representatividade da cultura do arroz no lucro desses sistemas. No sistema 6, os impactos do acréscimo no custo de soja sobre a lucratividade são de 38% e podem ser observados nas safras 2006/07, com redução de 5 vezes no lucro (equivalente a 120%) e, em 2009/10, com redução equivalente 277% (Tabela 14). Nessas safras, os menores preços pagos ao produtor, aliado às baixas produtividades do sistema 6, aumentaram a sensibilidade do sistema ao custo de produção da cultura.

Tabela 14. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 10% nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos de produção da soja (R\$/ha).

Safra	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4	SISTEMA 5	SISTEMA 6
2006/07	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 832,02	R\$ 207,47	R\$ 207,47	-R\$ 52,90
2007/08	R\$ 2.270,30	R\$ 256,22	R\$ 256,22	R\$ 302,86	R\$ 203,37	R\$ 256,22
2008/09	R\$ 2.103,72	R\$ 311,41	R\$ 885,20	R\$ 1.842,82	R\$ 1.863,63	R\$ 311,41
2009/10	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	-R\$ 272,21
2010/11	R\$ 1.542,95	R\$ 382,02	R\$ 382,02	R\$ 1.200,43	R\$ 95,50	R\$ 2.400,84
2011/12	R\$ 732,37	R\$ 454,28	R\$ 1.505,12	R\$ 382,25	-R\$ 445,46	R\$ 736,41
2012/13	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 486,96	R\$ 97,73	R\$ 370,71
Media	R\$ 1.082,43	R\$ 333,09	R\$ 654,40	R\$ 678,87	R\$ 335,94	R\$ 535,78
Minimo	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 256,22	R\$ 207,47	-R\$ 445,46	-R\$ 272,21
Maximo	R\$ 2.270,30	R\$ 454,28	R\$ 1.505,12	R\$ 1.842,82	R\$ 1.863,63	R\$ 2.400,84
DP	R\$ 810,61	R\$ 78,01	R\$ 416,86	R\$ 565,36	R\$ 664,73	R\$ 817,13
CV	0,75	0,23	0,64	0,83	1,98	1,53

A relação Retorno x Risco nos permite visualizar esse impacto no sistema 6, que agora se situa mais abaixo e à direita no gráfico, ou seja, com menor retorno e maior risco. Os sistemas 3 e 4 também sofreram importante redução no retorno, porém apresentam menor risco e melhor relação se comparados ao sistema 6 (Gráfico 4). O sistema 1, sensível somente a variações nos custos de produção do arroz, apresenta maior retorno associado a um alto risco. Nesse cenário os sistemas 1, 3 e 4 voltam a ser os recomendados, sendo os sistemas 3 e 4 recomendados para produtores com maior aversão ao risco (mas ainda menor que os produtores onde o sistema 2 é recomendado) e o sistema 1 para produtores com menor aversão.

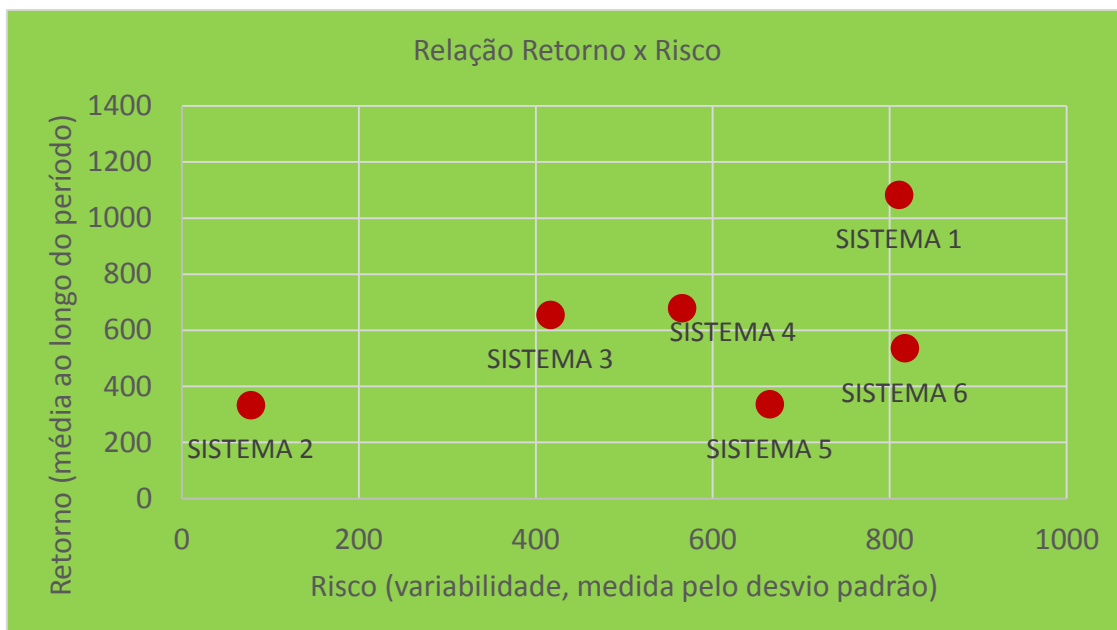


Gráfico 4. Relação Retorno x Risco num cenário de 10% de aumento nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos da soja.

5.2.4. Cenário 4: aumento de 10% nos custos de produção de arroz e de 30% nos custos de produção de soja associados a uma aumento de 10% na rentabilidade da soja

Esse cenário, apesar de muito semelhante ao anterior, traz um aumento nos retornos da soja, aumento esse que pode ser causado pelas variações nos estoques mundiais, principalmente por menor colheita nos EUA, devido à seca. Neste cenário, os impactos nos sistemas 6, 4 e 3 reduzem, passando à 22%, 19% e 17%, respectivamente, as reduções na lucratividade dos sistemas. No sistema 6, na safra 2009/10, os impactos ainda foram grandes, com redução de 170% do lucro na safra (Tabela 15).

Tabela 15. Lucro dos sistemas com um acréscimo de 10% nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos de produção da soja, associados a um aumento de 10% na rentabilidade da soja (R\$/ha).

Safra	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	SISTEMA 4	SISTEMA 5	SISTEMA 6
2006/07	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 832,02	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 81,32
2007/08	R\$ 2.270,30	R\$ 256,22	R\$ 256,22	R\$ 552,77	R\$ 453,50	R\$ 256,22
2008/09	R\$ 2.103,72	R\$ 311,41	R\$ 885,20	R\$ 1.842,82	R\$ 1.863,63	R\$ 311,41
2009/10	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	R\$ 329,31	-R\$ 108,43
2010/11	R\$ 1.542,95	R\$ 382,02	R\$ 382,02	R\$ 1.517,03	R\$ 95,50	R\$ 2.400,84
2011/12	R\$ 732,37	R\$ 454,28	R\$ 1.544,01	R\$ 382,25	-R\$ 445,46	R\$ 1.101,34
2012/13	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 390,91	R\$ 800,68	R\$ 97,73	R\$ 673,22
Media	R\$ 1.082,43	R\$ 333,09	R\$ 659,96	R\$ 804,62	R\$ 371,67	R\$ 673,70
Mínimo	R\$ 207,47	R\$ 207,47	R\$ 256,22	R\$ 207,47	-R\$ 445,46	-R\$ 108,43
Maximo	R\$ 2.270,30	R\$ 454,28	R\$ 1.544,01	R\$ 1.842,82	R\$ 1.863,63	R\$ 2.400,84
DP	R\$ 810,61	R\$ 78,01	R\$ 428,26	R\$ 586,73	R\$ 663,37	R\$ 795,89
CV	0,75	0,23	0,65	0,73	1,78	1,18

A relação Retorno x Risco (Gráfico 5) possui respostas semelhantes à anterior, porém com menores impactos principalmente no sistema 4, que apresenta maior retorno se comparado ao cenário 3, sendo porém consideravelmente menor que na condição atual da propriedade. Neste cenário os sistemas 1, 4 e 3 são os mais recomendados, respectivamente, por apresentarem melhor relação.

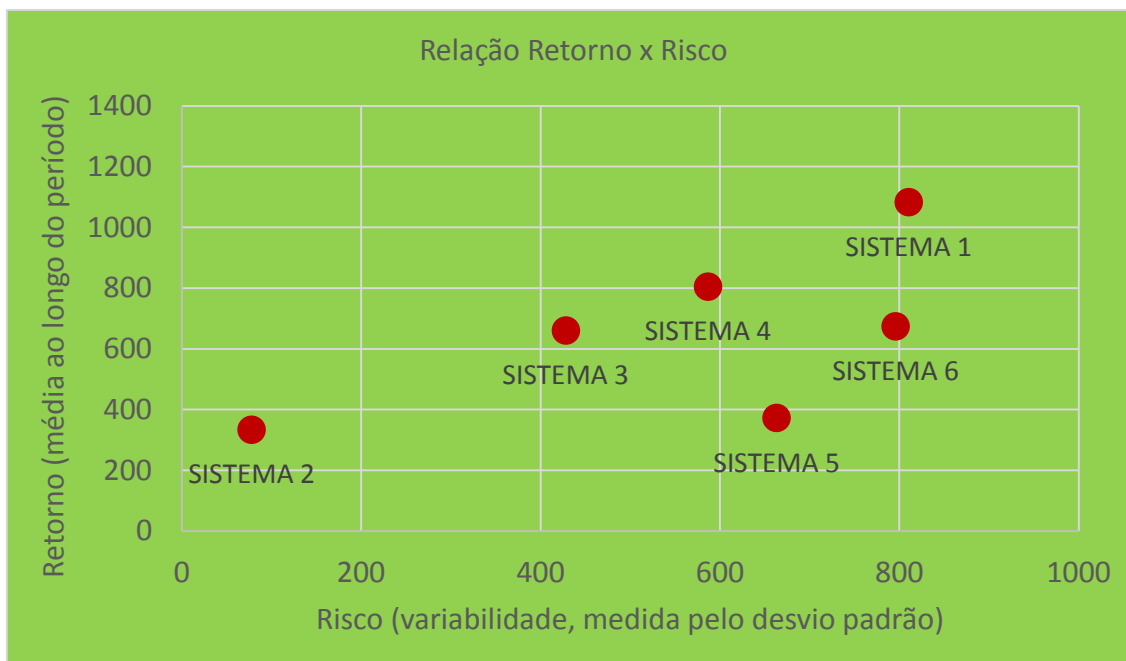


Gráfico 5. Relação Retorno x Risco num cenário de 10% de aumento nos custos de produção do arroz e de 30% nos custos de produção de soja, associados a um aumento de 10% na rentabilidade da soja.

5.3. Análise por safra das atividades agropecuárias

A análise das atividades a cada safra, na média dos sistemas, nos permite visualizar a importância dessas na formação dos custos totais e dos lucros totais da safra. As Tabelas 16 e 17 estão ilustradas nas Figuras 10 e 11. O milho não aparece nas análises devido ao fato de seus custos entrarem nos custos da pecuária e de não possuir rentabilidade, sendo consumido dentro da propriedade.

Na análise dos custos (Tabela 16 e Figura 10), pode-se observar a importância dos custos de produção do arroz no custo total de uma safra. Nas safras onde as três atividades principais ocorrem (arroz, soja e pecuária), os custos do arroz correspondem por cerca de 60% dos custos totais e, onde só ocorre arroz e pecuária, por 96%. A soja responde por 35-40% dos custos totais de uma safra onde as três atividades ocorrem, onde só há soja e pecuária ela corresponde a aproximadamente 90% dos custos. A pecuária, atividade com menor custo de produção, tem menor participação geral, sendo um pouco mais expressiva em áreas onde ocorre com soja somente, correspondendo por cerca de 10%. A maior representatividade do arroz pode ser visualizada na safra 2008/09, onde 96% dos custos da safra dependem da cultura; para a soja, na safra 2012/13 a cultura respondeu por 94% dos custos de produção (na safra 2008/09 a soja não foi cultivada em nenhum sistema analisado, na safra 2012/13 o arroz não foi cultivado).

Tabela 16. Análise por safra dos custos, da média dos sistemas, demonstrando a importância de cada atividade no custo total da safra (R\$/ha).

Atividade	ANO													
	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12		2012/13	
	Custo	%	Custo	%	Custo	%	Custo	%	Custo	%	Custo	%	Custo	%
Pecuária	R\$ 95,67	3,01%	R\$ 104,22	2,54%	R\$ 122,27	3,87%	R\$ 223,50	13,60%	R\$ 103,84	2,30%	R\$ 69,39	1,25%	R\$ 134,94	6,25%
Arroz	R\$ 2.033,97	64,00%	R\$ 2.295,63	56,04%	R\$ 3.037,07	96,13%	-	-	R\$ 2.938,35	65,09%	R\$ 3.314,77	59,65%	-	-
Soja	R\$ 1.048,60	32,99%	R\$ 1.696,44	41,41%	-	-	R\$ 1.420,15	86,40%	R\$ 1.471,99	32,61%	R\$ 2.173,16	39,10%	R\$ 2.025,71	93,75%
Total	R\$ 3.178,24	100,00%	R\$ 4.096,29	100,00%	R\$ 3.159,34	100,00%	R\$ 1.643,65	100,00%	R\$ 4.514,18	100,00%	R\$ 5.557,32	100,00%	R\$ 2.160,66	100,00%

Tabela 17. Análise por safra dos lucros, da média dos sistemas, demonstrando a importância de cada atividade no lucro total da safra (R\$/ha).

Atividade	ANO													
	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		2010/11		2011/12		2012/13	
	Lucro	%	Lucro	%	Lucro	%	Lucro	%	Lucro	%	Lucro	%	Lucro	%
Pecuária	R\$ 155,60	11,53%	R\$ 160,14	4,86%	R\$ 155,70	7,58%	R\$ 288,15	80,12%	R\$ 191,15	4,83%	R\$ 170,63	6,72%	R\$ 244,83	19,99%
Arroz	R\$ 983,55	72,91%	R\$ 2.435,81	73,95%	R\$ 1.899,70	92,42%	-	-	R\$ 2.218,02	56,07%	R\$ 811,71	31,94%	-	-
Soja	R\$ 209,81	15,55%	R\$ 697,99	21,19%	-	-	R\$ 71,50	19,88%	R\$ 1.546,52	39,10%	R\$ 1.558,67	61,34%	R\$ 979,69	80,01%
Total	R\$ 1.348,97	100,00%	R\$ 3.293,94	100,00%	R\$ 2.055,40	100,00%	R\$ 359,65	100,00%	R\$ 3.955,69	100,00%	R\$ 2.541,02	100,00%	R\$ 1.224,52	100,00%

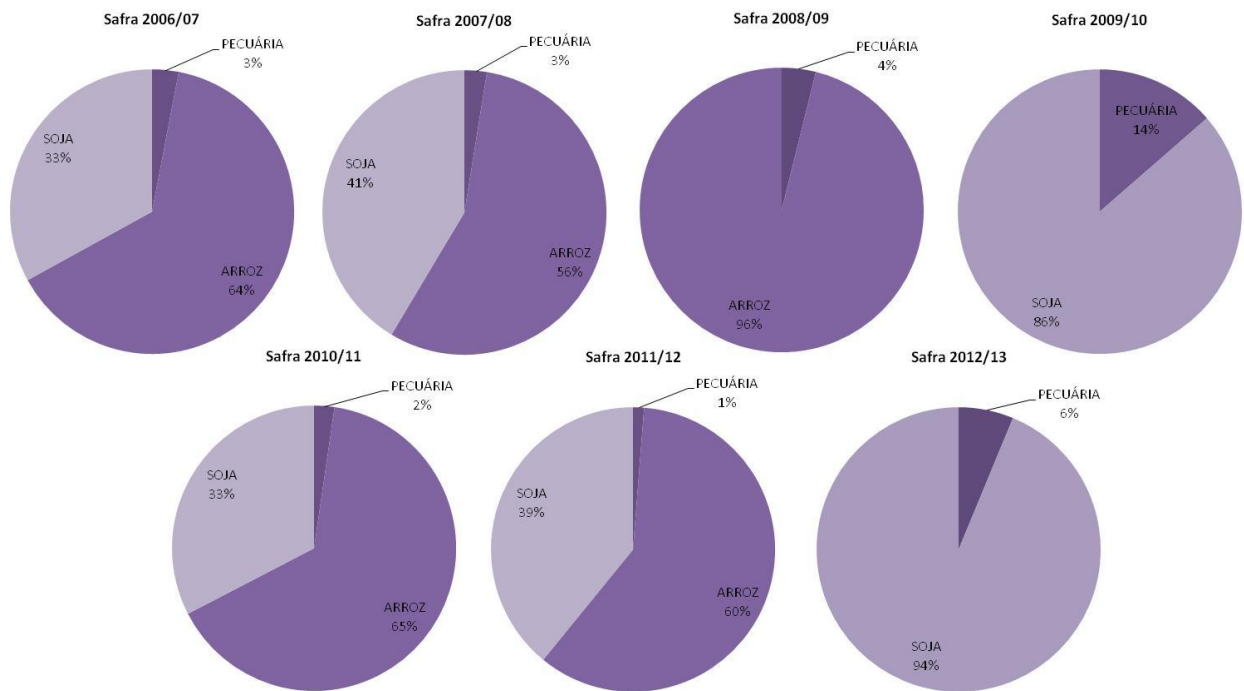


Figura 10. Importância relativa (%) de cada atividade produtiva no custo total da safra.
Fonte: Da autora, 2015.

Com relação ao lucro (Tabela 17 e Figura 11), o arroz, nas safras 2006/07 e 2007/08, foi responsável por 73% dos lucros, valor que reduziu drasticamente nas safras 2010/11 e 2011/12, para 56% e 32% respectivamente. Isso ocorreu em conjunto com o aumento da importância da soja no lucro dessas safras. Nas safras de 2006/07 e 2007/08, a soja correspondia, em média, por 16% dos lucros, já nas safras 2010/11 e 2011/12 correspondeu a 39% e 62%, respectivamente. Isso se deve, principalmente, aos incrementos em produtividade nessas safras, quando comparadas às anteriores. Na safra 2011/12, além do fator produtividade, o preço pago ao produtor pelo grão foi praticamente o dobro quando comparado à safra 2006/07, porém próximo aos preços da safra 2007/08, demonstrando a importância do fator produtividade.

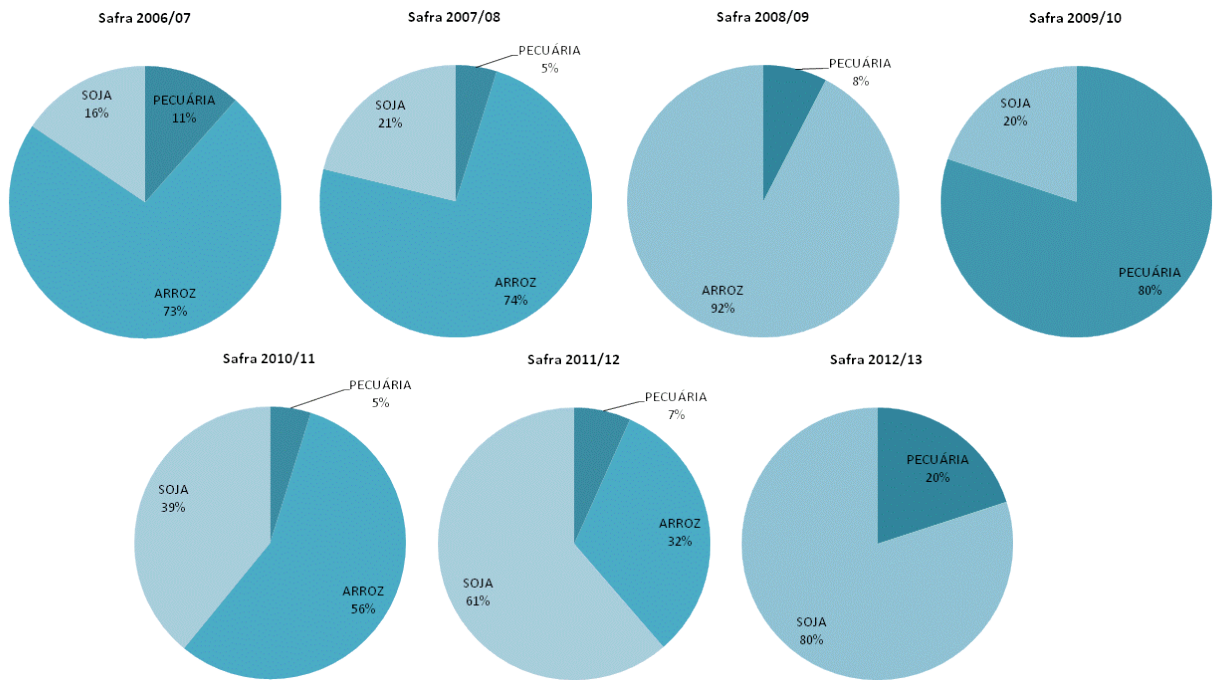


Figura 11. Importância relativa (%) de cada atividade produtiva no lucro total da safra.
Fonte: Da autora, 2015.

Nas safras 2009/10 e 2012/13, podemos ver um contraste entre a participação das atividades de produção de soja e pecuária. Na safra 2009/10, a soja valia 35% menos no mercado em relação à 2012/13, o que afetou sobremaneira o desempenho da cultura. Nessa safra, a soja obteve, também, produtividade em média 21% menor que na safra 2012/13. A baixa lucratividade da soja fez com que a pecuária representasse 80% dos lucros na safra 2009/10, o que reflete em baixa lucratividade total nessa safra e, no caso de propriedades baseadas nesse sistema, poderia resultar em baixos desempenhos e até endividamento.

5.4. Análise de eficiência econômica, de uso da mão de obra própria e do uso da terra

Eficiência é a quantidade ou valor produzido, obtido por unidade de recurso empregado, sendo, portanto, a eficiência econômica uma razão entre valor do produto gerado e o custo dos recursos utilizados (KAY *et al.*, 2014). A mão de obra é analisada a partir de seu custo para as diferentes atividades e o uso da terra é avaliado através do valor de cultivo por hectare (razão entre a renda anual de uma atividade e a área utilizada).

A análise de eficiência econômica por safra das atividades agrícola e pecuária (Tabela 18) demonstra as diferenças entre sistemas agrícolas e pecuários. A pecuária semi-intensiva possui alta eficiência frente aos sistemas agrícolas por possuir menores custos de produção (custo médio de produção de soja e arroz são aproximadamente 13 e 22 vezes o custo médio da pecuária) em relação à rentabilidade da atividade. Apesar dos altos custos, a lavoura de arroz é em média, mais eficiente que a de soja, devido às grandes produtividades obtidas com a cultura nos solos de terras baixas.

Tabela 18. Eficiência econômica das atividades

Eficiência econômica			
Safra	Pecuária	Arroz	Soja
2006/07	2,63	1,48	1,20
2007/08	2,54	2,06	1,41
2008/09	2,27	1,63	*
2009/10	2,29	*	1,05
2010/11	2,84	1,74	2,05
2011/12	3,46	1,24	1,72
2012/13	2,81	*	1,45
Media	2,69	1,63	1,48

*Atividade não realizada na safra analisada

Com relação ao uso da mão de obra própria (Tabela 19), a soja é a cultura com menor custo médio de uso de mão de obra, devido à menor necessidade de intervenções quando comparada à lavoura de arroz. A pecuária também possui baixo custo de mão de obra, sendo ela utilizada nas atividades de manejo do gado e nas estruturas de confinamento. O arroz é a atividade que mais utiliza mão de obra, principalmente pela necessidade mais intensa de intervenção na lavoura e pelos cuidados com o sistema de irrigação.

Tabela 19. Custo do uso da mão de obra própria, por atividade em cada safra

Custo uso mão de obra própria (R\$/ha)			
Safra	Pecuária	Arroz	Soja
2006/07	R\$ 25,62	R\$ 245,21	R\$ 20,38
2007/08	R\$ 32,61	R\$ 300,41	R\$ 65,46
2008/09	R\$ 45,40	R\$ 480,28	*
2009/10	R\$ 48,37	*	R\$ 18,63
2010/11	R\$ 54,52	R\$ 416,38	R\$ 49,13
2011/12	R\$ 56,82	R\$ 493,40	R\$ 58,20
2012/13	R\$ 56,16	*	Sd**
Media	R\$ 45,64	R\$ 387,14	R\$ 42,36

*Atividade não realizada na safra analisada

**Sem dados para esse quesito, nessa safra

O uso da terra (Tabela 20), analisado pelo valor de cultivo por hectare, é maior para a cultura do arroz, alcançando patamares acima de R\$ 5.000, o que se deve às grandes produtividades da cultura. A soja possui o segundo maior valor de cultivo. Apesar dos altos preços do grão nas últimas safras, seu desempenho em terras baixas ainda é mais baixo que o desempenho em regiões de sequeiro (existem exceções, é claro), devido à adaptação da cultura. A grande variabilidade encontrada nos dados, principalmente para as atividades agrícolas, é devido às variações na produtividade e nos preços dos produtos safra a safra.

Tabela 20. Valor de cultivo/ha, por atividade, em cada safra.

Valor de cultivo/há			
Safra	Pecuária	Arroz	Soja
2006/07	R\$ 251,27	R\$ 3.017,52	R\$ 1.258,42
2007/08	R\$ 264,36	R\$ 4.731,44	R\$ 2.394,44
2008/09	R\$ 277,97	R\$ 4.936,76	*
2009/10	R\$ 511,65	*	R\$ 1.491,65
2010/11	R\$ 294,84	R\$ 5.108,58	R\$ 3.018,51
2011/12	R\$ 239,74	R\$ 4.126,48	R\$ 3.731,84
2012/13	R\$ 379,27	*	R\$ 2.929,45
Media	R\$ 317,01	R\$ 4.384,16	R\$ 2.470,72
Minimo	R\$ 239,74	R\$ 3.017,52	R\$ 1.258,42
Maximo	R\$ 511,65	R\$ 5.108,58	R\$ 3.731,84

*Atividade não realizada na safra analisada

5.5. Análise da produtividade de arroz cultivado após arroz, após pecuária e após soja

Concordando com a bibliografia pesquisada, o desempenho do arroz é superior, mesmo que com uma pequena diferença, em média, após o cultivo de soja, o que pode ser observado nas produtividades médias do grão nos sistemas 4 e 6 (Tabela 21). No sistema 3, na safra 2011/12, o arroz produziu cerca de 1.700 kg a mais após a pecuária se compararmos a mesma safra após arroz (sistema 1), o que se inverte ao analisarmos a safra 2008/09. A maior produtividade do grão foi obtida na safra 2010/11 com a soja como cultura de verão antecessora (sistema 6).

Tabela 21. Produtividade média de arroz, por safra, com diferentes culturas/atividades antecessoras de verão.

Produtividade média de arroz (kg/ha)					
Safra	Arroz após arroz	Arroz após pecuária	Arroz após soja		
	Sistema 1	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 6	
2008/09	9.258,25	6.904,66	8.351,35	*	
2010/11	7.922,32	*	*	9.430,20	
2011/12	7.399,35	9.180,81	8.052,05	*	
Media	8.193,31	8.042,73	8.201,70	9.430,20	
Minimo	7.399,35	6.904,66	8.052,05	9.430,20	
Maximo	9.258,25	9.180,81	8.351,35	9.430,20	

*Atividade não realizada na safra analisada

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realidade atual dos mercados agrícolas e pecuários, em nível mundial, aumenta as incertezas dos produtores rurais, quanto às suas realidades produtivas e quanto ao grau de dependência de uma ou poucas atividades. Os preços de mercado, tanto de insumos quanto dos produtos finais, influenciam a estratégia produtiva, muitas vezes deixando de lado fatores importantes para o solo, clima e para o ambiente de cultivo.

Visando a melhorar essas relações, pesquisas em sistemas integrados de produção agropecuária vêm ganhando espaço e reconhecimento no mundo inteiro. Hoje, principalmente no mundo em desenvolvimento, já é um sistema produtivo importante na produção de alimentos. Porém, esses sistemas muitas vezes são utilizados sem atender todos seus pressupostos, sendo a rotação de culturas deixada de lado, caracterizando nossos solos de terras baixas com um sistema arroz – pecuária extensiva. Existe, entretanto, um esforço de diversas instituições de pesquisa para mudar essa realidade, mostrando aos produtores rurais sua eficiência, desmitificando o uso da pecuária e demonstrando a evolução da ciência.

A existência de poucos trabalhos evidenciando a questão econômica de propriedades agropecuárias e, principalmente, de sistemas de produção, atrasa a difusão da informação, já que, assim como em qualquer produção, a agropecuária também visa ao lucro. Isso foi um dos balizadores da escolha dessa pesquisa, procurar mostrar a viabilidade econômica de sistemas integrados de produção agropecuária em terras baixas.

Através da análise e comparação de sistemas produtivos, partindo de sistemas apenas pecuários, passando pelo binômio arroz-pecuária, até sistemas que prezavam mais a rotação de culturas e a diversificação de cultivos, foram obtidos resultados importantes para o alcance dos objetivos deste trabalho. Cabe ressaltar a importância da organização das entradas e saídas, da formação de um fluxo de caixa atualizado, não somente para a agricultura, mas também para a pecuária, de maneira a permitir a análise anual dos sistemas produtivos, permitindo a formação de estratégias para reduzir os impactos das alterações mercadológicas, buscar a melhor combinação de atividades, reduzir a dependência de uma atividade apenas.

A análise da estatística descritiva dos valores dos diferentes sistemas estudados demonstrou a importância da cultura do arroz nas terras baixas, tanto na formação dos custos das safras, como na formação do lucro. O que ocorre devido à consolidação desse sistema produtivo, aos incrementos de produtividade na cultura e aos preços obtidos na safra. O Sistema 1 (arroz-pecuária) é, portanto, o sistema que apresenta os maiores custos, mas também a maior rentabilidade, gerando o sistema mais lucrativo, porém, muitas vezes o de

maior risco (maior variabilidade). O maior risco desse sistema está baseado na sua dependência de somente uma atividade principal, o arroz. É o sistema mais recomendado, nas condições da propriedade, para produtores de baixa aversão ao risco.

A pecuária (Sistema 2) é a atividade com menor custo, menor renda e, portanto, menor lucratividade. Porém, é também a atividade com menor relação Retorno x Risco, pela menor variabilidade dos seus lucros no período analisado, sendo recomendada para produtores descapitalizados ou avessos ao risco.

Nas condições da propriedade, no período analisado, os Sistemas 1, 4 (sistema mais rotacionado) e 3 (similar ao 1, com inserção da soja) são os recomendados. Os Sistemas 4 e 3 são os que melhor combinam retorno e risco, o que é explicado pela sua maior diversidade de cultivos e a utilização de sistemas de rotação de culturas (principalmente no sistema 4).

Analisando cenários de aumento de custos de produção de arroz, os sistemas 4 e 6 são os menos influenciados, por apresentarem maior diversificação. No cenário de aumento de 10% nos custos de produção de arroz, os sistemas 1, 4 e 3 mantêm-se como os mais indicados para produtores de menor aversão ao risco. O sistema 6, por sua menor sensibilidade ao arroz, ganha importância no cenário de 20% de aumento nos custos de produção. Nessas condições, os sistemas 1, 4 e 6 são os recomendados para produtores de menor aversão ao risco, e o sistema 3 a produtores um pouco mais avessos. O sistema 5 é o que mais sofre os impactos dos aumentos dos custos do arroz, apesar de ser um sistema diversificado. O milho não possui rentabilidade e a baixa produtividade de arroz na área do sistema na safra 2011/12 afetam grandemente seu desempenho.

No cenário mais próximo às prospecções para a próxima safra, com aumentos nos custos de produção de arroz na ordem de 10% e de soja em cerca de 30%, os sistemas reagem de maneira bem diferenciada, impactando, principalmente, a lucratividade os sistemas 6, 4 e 3, que são sensíveis aos dois aumentos. Nesse cenário, os sistemas 1, 3 e 4 voltam a ser os recomendados, sendo os sistemas 3 e 4 recomendados para produtores com maior aversão ao risco e o sistema 1 para produtores com menor aversão. No último cenário criado, de aumentos nos custos de produção de 10% e 30% para arroz e soja, respectivamente, somados a um incremento na rentabilidade da soja de 10%, os sistemas 1, 4 e 3 são os mais recomendados, por apresentarem melhor relação Retorno x Risco. O sistema 6 é o mais influenciado pelo aumento nos custos de produção de soja.

Não existe, portanto, a recomendação de um sistema único, e sim a necessidade da formação de estratégias frente às condições do mercado. A diversificação demonstrou reduzir os impactos dos aumentos nos custos de produção e a interação de diferentes sistemas

produtivos, dentro de uma propriedade, pode ser a resposta num futuro próximo de crise financeira.

Na análise por ano-safra dos dados, observa-se a importância dos custos de produção de arroz na formação dos custos totais de uma safra, principalmente em sistemas onde ocorrem todas as atividades produtivas estudadas. O arroz corresponde por 60% dos custos nesses casos, a soja por 35-40% e a pecuária por 5-10%. Com relação à lucratividade das atividades, o arroz perdeu espaço para a soja ao longo do período analisado, passando de cerca de 73% (2006/07 e 2007/08) para 56% (2010/11) e no fim para 32% (2011/12) de representatividade na formação do lucro da safra. A soja, portanto, cresceu de 16% nas safras iniciais para 39% e 62% nas últimas safras, uma inversão de valores com a atividade orizícola. Essa inversão se deve aos incrementos de produtividade da soja (pesquisas em adaptação da cultura e técnicas de manejo para as terras baixas surgiram e se intensificaram nesse período), e aos preços pagos pelo produto (muitas vezes mais atrativos que o preço do arroz). A pecuária, atividade com menor custo de produção e também menor lucratividade, ganha importância quando as lavouras não se desenvolvem bem, como no caso da safra 2009/10, onde a soja teve baixa produtividade e, conseqüentemente, baixo retorno, sendo a única atividade agrícola nos sistemas analisados.

Com relação ao uso eficiente dos fatores de produção, a pecuária, por sua característica semi-intensiva, é a com melhor eficiência econômica média ao longo do período analisado, ou seja, a que utiliza menos recursos para gerar um determinado valor em produto final (carne). E, apesar de ter maiores custos de produção, a lavoura de arroz é mais eficiente economicamente que a lavoura de soja. Com relação ao custo da utilização da mão de obra própria, a soja é a atividade que, em média, menos utiliza mão de obra no período, seguida pela pecuária. O arroz é a atividade que mais necessita de intervenções e o manejo da água utiliza forma mais intensa a mão de obra.

Quanto à utilização da terra, o arroz apresentou maior valor de cultivo médio no período analisado, como atividade mais adaptada, alcança patamares produtivos maiores se comparado à soja. A pecuária, por possuir um ciclo de produção maior que as lavouras, é a atividade com menor valor de “cultivo”. Analisando a produtividade do arroz, os dados confirmam as bibliografias, demonstrando maiores produtividades médias em áreas onde a soja foi a cultura de verão antecessora.

Esses resultados respondem aos objetivos deste trabalho, demonstrando a viabilidade produtiva e econômica da utilização de sistemas integrados de produção agropecuária e a necessidade de maior diversificação nas terras baixas, reduzindo a dependência dessas da

cultura do arroz. Demonstram também a importância da pecuária no Estado, na estabilização do risco e na constância da receita (mesmo que não competitiva com a atividade agrícola), atuando como uma atividade segura.

Existe ainda a necessidade de estudos que contemplem áreas maiores, sistemas produtivos com diferentes culturas e mais intensivos, de maneira a difundir a informação aos principais interessados, os produtores rurais, em todas as diferentes realidades das terras baixas do Rio Grande do Sul.

Esse trabalho tem como limitação a escala, sendo um estudo de caso, numa grande propriedade, que opera com sistemas de produção diversos. Pelas limitações da organização da propriedade e do próprio software utilizado na propriedade, alguns valores utilizados foram estimados (valor de herbicida “x” em uma determinada safra, por exemplo). Os resultados aqui obtidos não devem ser generalizados, pelas diferenças produtivas, de escala, e de ambiente encontradas nos solos do Estado. Contudo são resultados relevantes, por apontar como os sistemas integrados de produção agropecuária podem ajudar na redução dos riscos, sem necessariamente impactar a rentabilidade das atividades produtivas, sendo uma alternativa estratégica para a tomada de decisões.

Espera-se que os resultados aqui apresentados possam servir para ampliar conhecimentos, difundir tecnologias e demonstrar a importância da utilização de sistemas ambientalmente mais corretos. A agricultura do futuro anda nessa direção, e as terras baixas podem ser mais bem exploradas, de maneira a contribuir para a alimentação de uma população em crescimento.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-MARTINEZ, V.; ZOBECK, T.M.; ALLEN, V. Soil microbial, chemical, and physical properties in continuous cotton and integrated crop-livestock systems. **Soil Science**, Baltimore, v.68, p.1875-1884, 2004.
- AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE, U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (ARS-USDA). **Accomplishments Report (2008-2011)**. National Program 216: Agricultural System Competitiveness and Sustainability. [S.l.], 2008.
- AMBROSI, I.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Análise de risco em sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens, sob sistema plantio direto. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 26., 1998, Cruz Alta. **Soja: resultados de pesquisa, 1997/98**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1998. p.260-267. (Embrapa Trigo. Documentos, 51).
- ANDERSON, V.; SCHATZ, B. **Biological and Economic Synergies of Integrating Beef Cows and Field Crops**. [S.l.], 2002.
- ANDREATTA, T. **Bovinocultura de corte no Rio Grande do Sul: um estudo a partir do perfil dos pecuaristas e organização dos estabelecimentos agrícolas**. 2009. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- ANDRES A.; THEISEN G. Concorrente Vermelho. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n.140, p 6-10, Jan, 2011. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/imprensa/artigos/2011/5.1_Arrozvermelho_Andre_Giovani.pdf>. Acesso em: agosto de 2012.
- ANGHINONI, I. et al. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio-direto. In: FONSECA, A.; CAIRES, E. F.; BARTZ, G. (Ed.). **Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Sistema Plantio Direto**, Ponta Grossa, AEACG/Inpag, 2011. p. 272 – 309.
- ANUALPEC: **anúário brasileiro da pecuária 2013**. Santa Cruz do Sul/RS: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013. 128 p.
- AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI, F.J.V.; MAGALHÃES, A.M. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JR., A.M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44.
- BARATA, T. S. Caracterização do consumo de arroz no Brasil. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. [**Anais**]. Ribeirão Preto, 2005.
- BARBOSA, J. N. T. Contribuição à socioeconomia da lavoura de arroz irrigado. **Planeta Arroz**, Cachoeira do Sul, 2012. Disponível em: <http://www.planetaarroz.com.br/site/artigos_detalle.php?idArtigo=105>. Acesso em: dez. 2013.
- BELL, L. W.; MOORE, A.D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, Essex, v. 111, p. 1-12, 2012.

BESKOW, P.R. **O arrendamento capitalista na agricultura:** evolução e situação atual da economia do arroz no Rio Grande do Sul. São Paulo: HUCITEC, 1986. 220p.

BORGES, J.A.R. **Riscos e mecanismos para gerenciá-los:** uma análise a partir das percepções dos produtores de commodities agrícolas. 2010. 130p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Programa de Pós-graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Projeções do Agronegócio:** Brasil 2012/2013 a 2022/2023. Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Bovinos e Bubalinos.** 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno/transito>>. Acesso em: dez. 2014.

CARR, P. M.; POLAND, W. W. **Reducing Input Costs with Multiple Enterprises.** Dickinson, ND, 2004. (2004 Annual Report - Agronomy Section) (This paper was presented at the Dynamic Cropping Systems Symposium during 4-7 August in Mandan and published in the Proceedings from the symposium on CD-ROM).

CARVALHO, P.C.F. et al. Manejo da integração lavoura-pecuária para a região de clima subtropical. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 2006, Uberaba. [**Anais**]. Uberaba, 2006. p. 177-184.

CARVALHO, P.C.F. et al. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTERNATIONAL CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2007, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba, 2007. 1CD-ROM.

CARVALHO, P.C.F. et al. Indicadores para avaliar sistemas de integração lavoura e pecuária de corte. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BIOMA PAMPA, 2009, Pelotas. [**Resumos**]Pelotas, 2009. 1 CD ROM.

CARVALHO, P.C.F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 259-273, 2010.

CARVALHO, P.C. F.; MORAES, A. Integration of grasslands within crop systems in south America. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CHABBI, A. (Ed.). **Grasslands productivity and ecosystems services.** [Wellingford]: CABI, 2011. p. 219-266.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **Indicadores:** arroz em casca ESALQ/Bolsa Brasileira de Mercadorias-BM&FBovespa – preço por saca de 50 kg, tipo 1, 58/10, posto indústria Rio Grande do Sul, à vista (Prazo de Pagamento descontado pela taxa CDI/CETIP); soja CEPEA/ESALQ/BM&FBovespa – Paranaguá – preço por saca de 60 kg. São Paulo/SP: CEPEA-ESALQ/USP, 2014.

CEÑA, F.; ROMERO, C. **Evaluación Económica y Financiera de Inversiones Agrárias.** 2 ed. Madrid: Mundi-Prensa Libros, S. A., 1989. 352 p.

COMAS, C.R.C. **Notícias:** Custo de produção da soja deve ter aumento de 30%. 20/04/15. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2727633/custo-de-producao-da-soja-deve-ter-aumento-de-30>>. Acesso em: maio 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab.** Brasília/DF: Conab, 2010. 60 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>. Acesso em: abril 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Brasília, v. 2, safra 2014/15, n.1, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: julho 2014.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Valor bruto da produção agropecuária cresce 6,3%.** Brasília, 2014.

CONSALTER, M. A. S. **Sistema de produção lavoura-pecuária: uma abordagem para a construção de indicadores integrados de sustentabilidade.** 2008. 224f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

COSTA, L. B.; CERETTA, P. S.; GONÇALVES, M. B. F. Viabilidade econômica: análise da bovinocultura de corte. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.8, p.26-38. 2006.

DORAM, J.W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 119-127, 2002.

EDWARDS, P.; PULLIN, R.S.V.; GARTNER, J.A. **Research and education for the development of crop-livestock-fish farming systems in the tropics.** Manila: ICLARM Studies and Reviews, 1988. 53 p.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (FARSUL). **Relatório econômico 2013: perspectivas para 2014: Sistema FARSUL/SENAR/Casa Rural.** Porto Alegre/RS, 2013.

FGTC - FORAGE AND GRAZING TERMINOLOGY COMMITTEE. **Terminology for grazing lands and grazing animals.** [S.l.]: Pocahontas Press, 1991. 38p

FINGER, M. I. F. et al. Percepção de riscos e medidas de gestão por Produtores de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 6., 2012, Porto Alegre. **[Trabalhos]**. Porto Alegre, 2012. (Sessão Temática: Estudos setoriais, cadeias produtivas, sistemas locais de produção). Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/download/eeg/6/mesa1/Percepcao_de_Riscos_e_Medidas_de_Gestao_por_Produtores_de_Arroz_Irrigado_no_RS.pdf>. Acesso em: nov. 2013.

FONTANELI, R. S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno e perenes, sob plantio direto. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 26., 1998, Cruz Alta. **Soja: resultados de pesquisa, 1997/98.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1998. p.252-259. (Embrapa Trigo. Documentos, 51).

FRANZLUEBBERS, A.J. et al. Toward agricultural sustainability through integrated crop-livestock systems: Environmental outcomes. **Agriculture Ecosystems & Environmental**, Amsterdam, v.190, n.1, p.1-3, 2014. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.04.028>>. Acesso em: out. 2014.

FRANZLUEBBERS, A.J. Soil Quality in integrated crop-livestock systems with conservation and conventional tillage. In: ISTRO Triennial Conference, 18., June 15-19, 2009, Izmir-TURKEY. [**Proceedings**]. Izmir-TURKEY, 2009.

FRANZLUEBBERS, A.J.; STUEDEMANN, J.A. Crop and cattle responses to tillage systems for integrated crop–livestock production in the Southern Piedmont, USA. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wellingford, v.22, p. 168–180. 2007.

FRANZLUEBBERS, A.J.; STUEDEMANN, J.A. Crop and cattle production responses to tillage and cover crop management in an integrated crop–livestock system in the southeastern USA. **European Journal Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 62–70, 2014.

GEORGE, S.; WRIGHT, D. L.; MAROIS, J. J. Impact of grazing on soil properties and cotton yield in an integrated crop–livestock system in an integrated crop–livestock system. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 132, p.47–55, 2013.

GHIMIRE, R. et al. M. Long-term farming systems research in the central High Plains. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wellingford, v. 28, n.2, p. 183–193, 2012.

GHIMIRE, R. **Soil organic matter and soil microbial communities in longterm and transitional crop and forage production systems in eastern Wyoming**. 217 p. 2013. Dissertation - (Doctor of Philosophy in Soil Science) - Department of Ecosystem Science and Management, University of Wyoming, Wyoming, 2013.

GIORDANO, S. R.; SPERS, E. E. Competitividade do sistema agroindustrial do arroz. In: **COMPETITIVIDADE no agribusiness brasileiro**. São Paulo: PENSA/FIA/FEA/USP, 1998. 105p. v.3

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3 ed. Porto Alegre/RS: Editora da UFRGS, 2005. 653 p.

GOMES, A.S. et al. **Rotação de culturas em área de várzea e plantio direto de arroz**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 65 p. (Documentos, 89).

HENDRICKSON, J. et al. Interactions in integrated US agricultural systems: the past, present and future. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wellingford, v.23, p.314–324, 2008.

HENKIN, H.; GRUNDLING, R.D.P. O arroz brasileiro no contexto do Mercosul. In: HENKIN, H. (Org.). **A economia do arroz: competitividade e estratégias de desenvolvimento da cadeia produtiva do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010. p. 61-70

HERRERO, M. et al. **Drivers of change in crop–livestock systems and their potential impacts on agro-ecosystems services and human wellbeing to 2030: A study commissioned by the CGIAR Systemwide Livestock Programme**. Nairobi, Kenya: ILRI, 2012. 114p.

HERRERO, M. et al. Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock Systems. **Science**, Whashington, v. 327, p. 822, 2010.

HILMIRE, K. Integrated crop/livestock agriculture in the United States: a review. **Journal of Sustainable Agriculture**, Binghamton, v. 35, n. 4, p. 376 — 393, 2011.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2011. (Documentos 319).

IYAMA, M. et al. The Status of Crop-Livestock Systems and Evolution toward Integration. **Annals of Arid Zone**, Jodhpur, n. 46, v. 3-4, p. 1-23, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE: Estatística da produção agrícola.** Brasília, Setembro de 2014.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA (IEA-SP). Custo de Produção: uma importante ferramenta gerencial na agropecuária. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo/SP, n. 5, v. 7, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (INIA). [**Informações obtidas no site**] Uruguai, [2013]. Disponível em: <<http://www.inia.org.uy/online/site/1648211.php>>. Acesso em: mar. 2013.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Censo da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul – safra 2004/05.** Porto Alegre/RS, 2006. 122 p.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA). **Notícias.** Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/lista/273/noticias>>. Acesso em: out. 2014.

KAY, R. D.; EDWARDS, W. M.; DUFFY, P. A. **Gestão de propriedades rurais.** 7 ed. Porto Alegre/RS: AMGH, 2014. 452p.

KIRSCHENMANN, F.L. Potential for new generations of diversity in Agroecosystems of the future. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p. 373-3376, 2007.

LAZZAROTTO, J. J. et al. Volatilidade dos retornos econômicos associados à integração lavoura-pecuária no Estado do Paraná. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v.7, n. 2, p.259-283, 2009.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBERS, A.; CARVALHO, P.C.F.; DIDIEU, B. Integrated crop-livestock systems: A strategy to reach compromise between agriculture production and environment preservation. In: INTERNATIONAL SIMPOSIUM ON INTEGRATED CROPLIVESTOCK SYSTEMS, 2012. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. [**Anais**]. CD-ROM

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, supl.especial, p.133-146, 2009.

MARCHESAN E. et al. **Eficiência da avaliação do banco de sementes na predição da infestação por arroz-vermelho e rendimento de grãos do arroz irrigado após dois anos de rotação de cultura e pousio do solo.** 2000. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v7n1/artigo03.pdf>>. Acesso em: ago. 2014.

MARION FILHO, P. J.; REICHERT, H.; SCHUMACHER, G. A pecuária no Rio Grande do Sul: a origem, a evolução recente dos rebanhos e a produção de leite. In: ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 6., 2012, Porto Alegre/RS. [**Trabalhos**]. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://cdn.fee.tche.br/eeg/6/mesa13/A_Pecuaria_no_RS-

A_origem_Evolucao_Recente_dos_Rebanhos_e_a_Producao_de_Leite.pdf>. Acesso em: set. 2013.

MAROIS, J. J. et al. A multi-state project to sustain peanut and cotton yields by incorporating cattle in a sod based rotation. In: : ANNUAL SOUTHERN CONSERVATION TILLAGE CONFERENCE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE, 25., 2002, Auburn, AL, USA. **Making Conservation Tillage Conventional: Building a Future on 25 Years of Research.** Auburn, AL, USA, 2002. p. 24-26,

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.10, v.46, p.1117-1126, 2011.

MARTIN, R.; LANSFORD, V. Economic evaluation of an integrated cropping system with cotton. In: 2006 BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2007, New Orleans, Louisiana. **[Proceedings]**. New Orleans, Louisiana, 2007. p. 9-12,

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, p. 123-139, 1976.

MAYER, L. FARSUL alerta para aumento no custo de produção para arroz, milho e soja com alta de energia elétrica e diesel. **Notícias Agrícolas**. (Publicado em 29/01/2015). Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/videos/entrevistas/151526-farsul-alerta-para-aumento-no-custo-de-producao-para-arroz-milho-e-soja-com-alta-na-energia-eletrica.html#.VaMOcl9Viko>>. Acesso em: maio 2015.

MEDEIROS, R.B. Considerações sobre a Integração Lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1978, Piracicaba, SP. **[Anais]**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1978. p. 235-301

MENDES, C. Soja 2015/16: Custos de produção mais altos devem inviabilizar investimentos. **Notícias Agrícolas**. (Publicado em 21/05/2015). Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/soja/156415-soja-custos-de-producao-mais-altos-podem-inviabilizar-investimentos-na-proxima-safra.html#.VaMJuF9Viko>>. Acesso em: maio 2015.

MENEZES, V. G. et al. **PROJETO 10 - Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS: avanços e novos desafios**. Porto Alegre: IRGA, 2012. 104 p.

MIGUEL, L.A. et al. Caracterização socioeconômica e produtiva da bovinocultura de corte no estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 3., 2006, Porto Alegre. **[Anais]**. Porto Alegre, 2005. (Mesa Temática: estudos setoriais, cadeias produtivas, sistemas locais de produção).

MIRANDA, S. H. G. et al. O sistema agroindustrial do arroz no rio grande do sul. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 45., 2007, Londrina. **[Anais]**. Londrina, 2007.

MORAES, A. et al. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND

UTILIZATION CONFERENCE, 4.; BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS, 3., 2004, Foz do Iguaçu. [**Proceedings**]. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.1231-1240.

MORAES A. et al. Crop-livestock integration in Brazilian subtropics II. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2012, Porto Alegre. [**Anais**]. Porto Alegre: UFRGS, 2012. 1 CD-ROM.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Toward sustainable agricultural systems in the 21st century**. Washington, DC: The National Academies Press, 2010. 570 p.

NGXETWANE, V. **Integrated crop-livestock farming system for sustainable economic empowerment of small-scale and emerging farmers in the former homeland of the eastern cape province of South Africa**: case study of Ciskei area in Nkonkobe municipality. 2011. 132 p. Dissertation Submitted In Fulfillment of the Requirements for the Degree of Masters in Agricultural Economics. Department of Agricultural Economics and Extension Faculty of Science and Agriculture. University of Fort Hare, 2011.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários**: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

OLIVEIRA, C. A. O. et al. Comparison of an integrated crop–livestock system with soybean only: economic and production responses in southern Brazil. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wellingford, v.29, n.3, p.1-9, 2013.

OLIVEIRA, C.F.; STULP, V.J. Análise de políticas tributárias para o desenvolvimento da orizicultura do Rio Grande do Sul no âmbito do Mercosul. In: HENKIN, H. (Org.). **A economia do arroz**: competitividade e estratégias de desenvolvimento da cadeia produtiva do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010. p. 157-178

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **AGP - Rice in FAO**. Disponível em: <<http://www.fao.org/agriculture/crops/temas-principales/theme/treaties/irc/rice-in-fao/es/>>. Acesso em: abril de 2013.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (OECD-FAO). **OECD-FAO Agricultural Outlook 2009-218**. OECD Publishing, 2009.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (OECD-FAO). **OECD-FAO Perspectivas Agrícolas 2014-2023**. OECD Publishing, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2014-es>. Acesso em: set. 2014.

PADILHA JUNIOR, J. B. **O Impacto da Reserva Legal Florestal sobre a Agropecuária Paranaense, em um Ambiente de Risco**. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Departamento de Economia Rural (DERAL). **Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária**. Curitiba, 2013a.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). Departamento de Economia Rural (DERAL). **Análise da Conjuntura Agropecuária, ano 2012/13 - pecuária de corte**. Curitiba, 2013b.

PEEL, S. **Investigating crop and dairy complementarities within a Canterbury farming system - Case Studies from the Mid-Canterbury region, New Zealand**. 2013. 124 p. (A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Commerce (Agriculture) at Lincoln University, Canterbury - New Zealand, 2013).

POPP, M.; RUDSTROM, M. Crop enterprise diversification and specialty crops. **Agricultural Finance Review**, [Washington], v.60, p.85-98, 2000.

PRÉCHAC, F. G. et al. Integrating no-till into livestock pastures and crops rotation in Uruguay. In: MAKING Conservation Tillage Conventional: Building a Future on 25 Years of Research. Proc. Of 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture. Auburn, AL, USA, 2002. p.24-26

REIS, J.C.L. **Pastagens em terras baixas**. Pelotas: EMBRAPA - CPACT, 1988. 34 p. (Circular Técnica n. 7)

REIS, J.C.L.; SAIBRO, J. C. Integração do arroz com pastagens cultivadas e pecuária. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JR., A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA Informação tecnológica, 2004. p. 831-859.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DA AGRICULTURA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Melhoramentos da Rizicultura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1945. 429 p.

RUEDELL, J. A soja numa agricultura sustentável. In: SILVA, M. T. B. da. **A soja em rotação de culturas no plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP/FECOTRIGO, 1998. p.1-34

RUSSELLE, M.P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, p.325-334, 2007.

RYSCHAWY, J. et al. Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? **Animal, an international journal of animal bioscience**, Cambridge/UK, v. 6, n. 10, p. 1722-1730, 2012.

SACOMAN, A. Resultados da integração agricultura x pecuária no Arenito Caiuá. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE. BRAZILIAN SOYBEAN CONGRESS. Foz do Iguaçu. [**Proceedings**]. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.1241-1251.

SAIBRO, J. C.; SILVA, J. L. S. Integração sustentável do sistema arroz x pastagens utilizando misturas forrageiras de estação fria no litoral norte do Rio Grande do Sul. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4, 1999, Canoas. [**Anais**]. Canoas: Editora da ULBRA, 1999. p. 27-56.

SAMAHA, M. J.; GUERREIRO, E.; SANTOS FILHO, J. I. A economia do plantio direto. In: DAROLT, M. R. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. p.191-221 (Circular, n. 101).

SANDERSON, M. A. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wellingford, v. 28, n. 2, p. 129–144, 2013.

SASSENATH, G. F. et al. Principles of Dynamic Integrated Agricultural Systems Lessons Learned from an Examination of Southeast Production Systems. In: SUSTAINABLE agroecosystem management: Integrating ecology, economics, and society. Boca Raton: CRC, 2009. (**Advances in Agroecology**; v. 14).

SAYAMA, T. et al. QTL analysis of seed-flooding tolerance in soybean (*Glycine max* [L.] Merr). **Plant Science**, [Limerick], v. 176, n.4, p. 514-521, 2009.

SILVA C. A. S.; PARFITT, J. M. B. **Irrigação por Inundação Intermitente para Culturas em Rotação ao Arroz em Áreas de Várzea do Rio Grande do Sul**. Pelotas- RS: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Circular Técnica 46). Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/CircT_46.pdf>. Acesso em: ago. 2013.

SILVA, H. A. et al. Viabilidade econômica da produção de novilhas leiteiras a pasto em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.6, p.745-753, 2012.

SILVA, R.I.; DHEIN, R.A. Viabilização sócio-econômica da rotação de culturas e da adubação verde na COTRIJUI. In: REUNIÃO CENTRO-SUL DE ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS, 4., 1993, Passo Fundo, RS. [**Anais**]. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1994. p.15-27. (Documentos, 14)

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, RS: SOSBAI, 2007. 161 p. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Recomendacoes_Tecnicas_Arroz_2007_000fzrbdd8b02wx5ok0cpoo6adaexge2.pdf>. Acesso em: ago. 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2010. 188 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado**: Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179 p.

SULC, R. M.; TRACY, B. F. Integrated crop–livestock systems in the U.S. Corn Belt. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p.335–345, 2007.

TAKEDA K.; FUKUYMA T. Tolerance to pre-germination flooding in the world collection of barley varieties. **Barley Genetics**, 1987. p. 735-740

TEIXEIRA, B. E. S.; CUNHA, I. M. M.; TERRA, A. A expansão da fronteira agrícola da soja no município de Santarém (PA) e suas transformações socioespaciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21, 2012. Uberlândia/MG. [**Anais**]. Uberlândia/MG : Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2012.

THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F.; MENEZES, V. G. Rendimento de grãos de cultivares de soja na várzea. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n. 1, 2000.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Estresse hídrico em soja: impacto no potencial de rendimento de grãos. In: Thomas, A. L.; Costa, J. A. **Soja: Manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p 141-175

UNITED STATES. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service (FSA-USDA). **PSD Online - Custom Query**. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: out. 2014.

VEDELAGO, A. et al. **Fertilidade e aptidão de uso dos solos para o cultivo da soja nas regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA2012. , 48 p. (Boletim Técnico n.12)

VIANA, J. G. A.; SOUZA, R. S. de. **Análise do Comportamento dos Preços Históricos do Arroz no Rio Grande**. Santa Maria/RS – Brasil, UFSM, 2007. (Apresentação sem presença de debatedor. Comercialização, mercados e preços agrícolas)

WEISENSEL, W. P.; SCHONEY, R. A. An analysis of the yield-price risk associated with specialty crops. **Western Journal of Agricultural Economics**, [College Station], v.14, n.2, p.293-299, 1989.

ZAMBERLAN, C. O.; SONAGLIO, C. M. A produção orizícola brasileira a partir da década de 1990: evolução e perspectivas econômicas. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v.1, n.1, 2011.