

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

TIAGO WOBETO PINTER

**A ESTRUTURA PRODUTIVA DAS CULTURAS DE SOJA, ARROZ E MILHO NO
RIO GRANDE DO SUL ATRAVÉS DA ANÁLISE INSUMO-PRODUTO.**

Porto Alegre

2015

TIAGO WOBETO PINTER

**A ESTRUTURA PRODUTIVA DAS CULTURAS DE SOJA, ARROZ E MILHO NO
RIO GRANDE DO SUL ATRAVÉS DA ANÁLISE INSUMO-PRODUTO.**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva

Porto Alegre

2015

CIP - Catalogação na Publicação

Wobeto Pinter, Tiago

A estrutura produtiva das culturas de soja, arroz e milho no Rio Grande do Sul através da análise insumo-produto / Tiago Wobeto Pinter. -- 2015. 116 f.

Orientador: Leonardo Xavier da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Análise insumo-produto. 2. Soja. 3. Arroz. 4. Milho. I. Xavier da Silva, Leonardo, orient. II. Título.

TIAGO WOBETO PINTER

**A ESTRUTURA PRODUTIVA DAS CULTURAS DE SOJA, ARROZ E MILHO NO
RIO GRANDE DO SUL ATRAVÉS DA ANÁLISE INSUMO-PRODUTO.**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Economia.

Aprovada em: Porto Alegre, ____ de _____ de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Jorge Paulo de Araújo
UFRGS

Prof. Dr. Marcelino de Souza
UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de aproveitar este espaço para agradecer em primeiro lugar aos meus pais, Dulci Wobeto e Edegar Closs Pinter, pelo apoio incondicional em mais este passo importante de minha vida e por toda a confiança depositada em mim ao longo desta caminhada. Gostaria de agradecer ao meu irmão, Rafael Wobeto Pinter, pelo companheirismo nos momentos difíceis.

Agradeço ao meu orientador, o professor Leonardo Xavier da Silva pela atenção dedicada ao meu trabalho e pela presteza no auxílio a contornar os problemas que eram enfrentados na sua elaboração.

Por último, agradeço ao Rodrigo de Sá por suas opiniões e esclarecimentos à respeito das características da matriz insumo-produto divulgada pela FEE e aos membros do corpo técnico da instituição que foram atenciosos no esclarecimento de minhas dúvidas com relação a metodologia de sua construção.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a estrutura produtiva das culturas de soja, arroz e milho no Estado do Rio Grande do Sul através da análise insumo-produto com a mensuração dos multiplicadores de impacto sobre a produção, valor adicionado e geração de empregos associados aos produtos representativos destas culturas (soja em grão, arroz em casca e milho em grão) e de seus produtos industrializados derivados (óleos vegetais em bruto, óleos vegetais refinados e arroz beneficiado) e a análise dos impactos sobre a necessidade de insumos em cada um destes produtos através da estimação da matriz inversa de Leontief do tipo produto-por-produto com tecnologia baseada na indústria e usando como base as tabelas oficiais da matriz insumo-produto da Fundação de Economia e Estatística (FEE) do Rio Grande do Sul de 2003. Utiliza-se a análise de dados factuais para contextualizar a produção destes produtos vinculados a lavoura de soja, arroz e milho com relação ao seu histórico de cultivo, características da produção e custos operacionais no Rio Grande do Sul através de dados da Fundação de Economia e Estatística (FEE), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e entidades de apoio as culturas pesquisadas além de literatura a respeito das características do manejo do cultivo. Os resultados da análise insumo-produto indicam que os maiores multiplicadores de impacto sobre a produção ocorrem para os produtos óleos vegetais em bruto, óleos vegetais refinados e para o arroz beneficiado; os maiores multiplicadores do valor adicionado ocorrem para os produtos soja em grão e arroz em casca, e por último, o maior multiplicador na geração de empregos na economia é proveniente do produto milho em grão. Na análise da estrutura produtiva há uma necessidade essencial dos óleos combustíveis como insumos para todos os produtos analisados; para a soja em grão, arroz em casca e milho em grão há uma grande necessidade da utilização de adubos na produção e para os produtos industrializados há uma maior dependência dos seus produtos básicos utilizados como matéria-prima representados pela soja em grão e arroz em casca, além de efeitos indiretos no aumento da produção dos insumos destes últimos produtos.

Palavras-chave: Análise insumo-produto. Soja. Arroz. Milho.

ABSTRACT

The final purpose of this work is study the production structure of soyabean, rice and corn in the state of Rio Grande do Sul through the input-output analysis with the mensuration of the output multipliers, value-added multipliers and physical employment multipliers related to the commodities of these crops (soyabean, rough rice and corn) and their industrialized products (crude vegetable oil, refined vegetable oil and milled rice) and the analysis of impacts on the need for inputs into each of these products through the estimation of the Leontief inverse commodity-by-commodity with industry technology model using the 2003 input-output official tables of the Economic and Statistics Foundation of Rio Grande do Sul. The factual data analysis was used for contextualize the production of these products linked to soyabean crop, rice and corn with regard to its historical cultivation, production characteristics and operational costs in Rio Grande do Sul through the data of the Economic and Statistic Foundation of Rio Grande do Sul, Supply National Company, Brazilian Institute of Geography and Statistics and support institutions of these selected crops as well as extensive literature about the characteristics of the management. The final results of the input-output analysis indicated the major output multipliers for the products crude vegetable oils, refined vegetable oils and milled rice; the major value-added multipliers its for the commodities soyabean and rough rice; and for the last, the major physical employment multiplier its for the corn. In the analysis of the production structure there is a fundamental need for the fuel oil as input for all the commodities analyzed; for the soyabean, milled rice and corn there is a large need in use of fertilizers and for the industrialized products there is a large need of the commodities used as raw materials represented by soyabean and rough rice as well as indirect effects in the increasing of the supply of the inputs of this last commodities.

Palavras-chave: Input-output analysis. Soya. Rice. Corn.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tabela de Usos de uma economia com 2 setores	33
Figura 2- Tabela de Recursos de uma economia com 2 setores	34
Figura 3- Integração das tabelas de recursos e uso em uma economia com 2 setores	36
Figura 4 - Diferenças físicas entre o grão beneficiado e o arroz em casca.....	62
Figura 5 - Exemplo da metodologia de desagregação das pessoas ocupadas por produto.....	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valor Bruto de Produção das principais culturas agrícolas do Rio Grande do Sul de 2000 à 2013.....	45
Gráfico 2- Participação do complexo soja nas exportações do Brasil de 2000 à 2014 (em percentual)	48
Gráfico 3 - Evolução das exportações do complexo soja no Brasil de 2000 à 2014 (em US\$ FOB mil).....	49
Gráfico 4 - Evolução da participação na produção de soja em grão no Brasil entre as safras 1976/77 e 2012/13 (em percentual)	50
Gráfico 5 - Evolução da produção (em t) e área plantada (em hectare) de soja no Rio Grande do Sul entre as safras 1976/77 e 2012/13	51
Gráfico 6 - Produtividade média da soja no Rio Grande do Sul entre as safras de 1976/77 e 2012/13	52
Gráfico 7 - Participação dos principais insumos nos custos operacionais da lavoura de soja no Rio Grande do Sul de 2000 à 2013 (em percentual).....	53
Gráfico 8 - Processamento de soja no Brasil de 2000 à 2014 (em toneladas/dia).....	57
Gráfico 9 - Refino de óleo de soja no Brasil de 2000 à 2014 (em toneladas/dia)	57
Gráfico 10 - Participação do complexo soja nas exportações do Rio Grande do Sul de 2000 à 2014 (em percentual).....	59
Gráfico 11 - Evolução da participação na produção de arroz em casca no Brasil entre as safras 1976/77 e 2012/13 (em percentual)	64
Gráfico 12 - Produtividade média do arroz no Rio Grande do Sul entre as safras 1930/31 e 2011/12	64
Gráfico 13 - Evolução da produção (em t) e área colhida (em hectare) de arroz no Rio Grande do Sul entre as safras 1930/31 e 2010/11	65
Gráfico 14 - Evolução do consumo de milho como ração entre as safras 2008/09 e 2012/13 (em mil toneladas)	74
Gráfico 15 - Evolução da participação na produção de milho em grão no Brasil entre as safras 1976/77 e 2012/13 (em percentual)	76
Gráfico 16 - Produtividade média do milho em grão no Rio Grande do Sul entre as safras 1976/77 e 2012/13	77

Gráfico 17 - Evolução da produção (em t) e área colhida (em hectare) de milho no Rio Grande do Sul entre as safras 1976/77 e 2012/13	78
Gráfico 18 - Participação dos principais insumos nos custos operacionais da lavoura de milho no Rio Grande do Sul de 2000 à 2013 (em percentual).....	80
Gráfico 19 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de soja em grão	91
Gráfico 20 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de óleos vegetais em bruto.....	91
Gráfico 21 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de óleos vegetais refinados	92
Gráfico 22- Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de arroz em casca.....	93
Gráfico 23 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de arroz beneficiado.....	93
Gráfico 24 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de milho em grão	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tabela insumo-produto em unidades físicas de produção	23
Quadro 2- Tabela insumo-produto em valores monetários	24
Quadro 3- Matriz estrutural de coeficientes técnicos	27
Quadro 4- Tabela simplificada de transações insumo-produto	29
Quadro 5 - Decomposição da análise de impacto da produção	42
Quadro 6 - Decomposição da análise de impacto do valor adicionado.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção mundial de soja em grão entre 2012 e 2014.....	47
Tabela 2 - Balança comercial da soja em grão no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014.....	54
Tabela 3 - Exportação total de soja em grão do RS e seus principais destinos de 2000 à 2014 (em US\$ FOB mil)	55
Tabela 4 - Balança comercial de bagaços e outros resíduos sólidos, da extração do óleo de soja do Rio Grande do Sul de 2000 à 2014.	58
Tabela 5 - Balança comercial do óleo de soja bruto no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014 ...	59
Tabela 6 - Produção mundial de arroz em casca entre 2010 e 2013	60
Tabela 7 - Balanço entre oferta e demanda do arroz em casca no Brasil entre as safras 2010/11 e 2014/15	61
Tabela 8 - Balança comercial do arroz em casca no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014	67
Tabela 9 - Principais indústrias de beneficiamento do arroz em 2014 no Rio Grande do Sul.	68
Tabela 10 - Balança comercial do arroz quebrado no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014.....	69
Tabela 11 - Balança comercial do arroz não parboilizado no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014	70
Tabela 12 - Balança comercial do arroz parboilizado no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014.	71
Tabela 13 - Produção mundial de milho em grão entre 2012 e 2014.....	72
Tabela 14 - Exportação mundial de milho em grão entre 2012 e 2014.....	73
Tabela 15 - Balanço entre oferta e demanda do milho em grão no Brasil (em mil toneladas) entre as safras 2008/09 e 2012/13	74
Tabela 16 - Composição das rações de aves e suínos para se obter 1 kg de carne (em kilogramas).....	74
Tabela 17 – Rebanho de suínos e galináceos por Estado em 2014	79
Tabela 18 - Balança comercial do milho em grão no Rio Grande do Sul de 2000 à 2013.....	81
Tabela 19 - Decomposição dos multiplicadores de impacto sobre a produção dos produtos selecionados.....	88
Tabela 20 - Decomposição dos multiplicadores de impacto sobre o valor adicionado dos produtos selecionados.....	88
Tabela 21 - Decomposição dos multiplicadores de impacto sobre a geração de emprego dos produtos selecionados.....	89

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 O MODELO INSUMO-PRODUTO	18
2.1 O Pensamento Econômico de Wassily Leontief.....	18
2.2 O Modelo insumo-produto de Leontief.....	23
2.3 Abordagem commodity-by-industry	31
2.4 Análise insumo-produto	39
3 ANÁLISE DAS CULTURAS SELECIONADAS.....	45
3.1 Soja	47
3.1.1 Histórico do Cultivo de Soja no Rio Grande do Sul.....	50
3.1.2 Produção de soja em grão no Rio Grande do Sul	52
3.1.3 Produção de farelo e óleo de soja no Rio Grande do Sul.....	55
3.2 Arroz.....	60
3.2.1 Histórico do Cultivo de Arroz no Rio Grande do Sul.....	63
3.2.2 Produção do Arroz em casca no Rio Grande do Sul.....	65
3.2.3 Produção do Arroz beneficiado no Rio Grande do Sul.....	67
3.3 Milho	71
3.3.1 Histórico do Cultivo de Milho no Rio Grande do Sul	75
3.3.2 Produção do Milho em grão no Rio Grande do Sul.....	78
4 ANÁLISE INSUMO-PRODUTO DAS CULTURAS SELECIONADAS	83
4.1 Metodologia empregada	84
4.2 Resultados da análise insumo-produto	87
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
REFERÊNCIAS	99
APÊNDICE A - CUSTOS OPERACIONAIS DA LAVOURA DE SOJA NO RIO GRANDE DO SUL EM REAIS (R\$) POR HECTARE.....	104
APÊNDICE B - CUSTOS OPERACIONAIS DA LAVOURA DE MILHO NO RIO GRANDE DO SUL EM REAIS (R\$) POR HECTARE.....	105
APÊNDICE C - CUSTOS OPERACIONAIS DA LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL EM REAIS (R\$) POR HECTARE.....	106
APÊNDICE D - NÚMERO DE PESSOAS OCUPADAS POR PRODUTO NO RIO GRANDE DO SUL.....	107

APÊNDICE E- VETORES VALOR ADICIONADO-PRODUTO E PESSOAL OCUPADO-PRODUTO.....	108
APÊNDICE F - DECOPOSIÇÃO DOS MULTIPLICADORES DE IMPACTO DA PRODUÇÃO	110
APÊNDICE G - DECOMPOSIÇÃO DOS MULTIPLICADORES DE IMPACTO DO VAB POR PRODUTO	112
APÊNDICE H - DECOMPOSIÇÃO DOS MULTIPLICADORES DE IMPACTO SOBRE EMPREGO.....	114
APÊNDICE I - CD-ROM COM AS MATRIZES INVERSA E MATRIZES AUXILIARES UTILIZADOS.....	116

1 INTRODUÇÃO

O interesse pelas relações de produção e as suas interligações entre diferentes mercados são assuntos de longa data na História Econômica.

Richard Cantillon acreditava que a economia era um sistema hierárquico de mercados interconectados que operavam através de trocas para atingir um equilíbrio. Em suas obras, há o maior reconhecimento da importância dos empreendedores e do sistema econômico competitivo como peças fundamentais para as trocas no mercado (EKELMUND JUNIOR; HÉBERT, 2007). Cantillon serviu de grande influência para outros importantes economistas como François Quesnay e Adam Smith, a despeito do reconhecimento tardio de tal influência (EKELMUND JUNIOR; HÉBERT, 2007).

O francês Quesnay também reconhecia a importância das interações entre os diferentes mercados na economia. Sua principal, obra *Tableau Economiqué* (1758), foi a primeira tentativa de criação de um fluxo circular de bens e de moeda em uma economia ideal e livremente competitiva (BRUE, 2005). Neste sistema, os agricultores eram a única classe produtiva cujo valor gerado era gasto por outras classes da sociedade da época (proprietários de terra, fabricantes e mercadores) (BRUE, 2005; EKELMUND JUNIOR; HÉBERT, 2007).

A introdução formal da ideia de equilíbrio geral virá com Léon Walras. No equilíbrio geral walrasiano, os preços seriam os responsáveis por equilibrar oferta e demanda entre os diferentes mercados da economia. Os excessos de demanda total por um bem de determinado mercado elevam o preço do bem, já quando há o excesso de oferta este preço diminui. Caso os indivíduos alterem suas preferências, estas mudanças se refletiriam nos preços e na dinâmica dos mercados de formas diferentes (NICHOLSON; SNYDER, 2008).

A concepção de Walras a respeito da interligação dos mercados e de um equilíbrio geral é fonte de inspiração para diversos economistas posteriores. A grande dificuldade ocorrerá no cálculo deste equilíbrio (NICHOLSON; SNYDER, 2008). Wassily Leontief buscou em seus trabalhos a criação de um modelo matemático que fosse de simples adoção e que conseguisse sintetizar as complexas interações produtivas da economia (LEONTIEF, 1949).

O modelo insumo-produto surgirá da concepção de Leontief da Ciência Econômica como uma ciência empírica em que a teoria e a aplicação direta precisam prosseguir juntas (LEONTIEF, 1952; LEONTIEF, 1958). Esta concepção de Ciência Econômica juntamente

com as influências de Quesnay e Walras são as bases do modelo insumo-produto de Leontief (GUILHOTO, 2011).

O modelo insumo-produto trata a economia como um sistema de equações lineares de produção que devem satisfazer a uma demanda final exógena (LEONTIEF, 1949; LEONTIEF, 1985). A solução deste sistema linear é obtido com a matriz de requerimentos totais, também conhecida como matriz inversa de Leontief.

A análise insumo-produto parte dos resultados obtidos na matriz inversa de Leontief para estudar os impactos que os diferentes setores ou produtos podem causar na economia em análise. Os impactos de determinado produto ou setor podem ser estudados através de variações exógenas no vetor demanda final ou através do cálculo dos multiplicadores de impacto na economia (MILLER; BLAIR, 2009; RICHARDSON, 1978).

Na literatura da análise insumo-produto, o estudo através dos multiplicadores é o mais comum. Estes multiplicadores fornecem os impactos causados pela produção de determinado produto ou de determinado setor com relação à geração de valor adicionado, produção e novos empregos na economia como um todo.

Os primeiros trabalhos utilizando a análise insumo-produto são provenientes do próprio Wassily Leontief ao estudar a estrutura produtiva dos Estados Unidos entre os anos de 1919, 1929 e 1939, em Leontief (1952). Um dos primeiros estudos de cenários foi pedido ao *U.S Labor Department* pelo presidente Franklin Delano D. Roosevelt no final da Segunda Guerra Mundial com relação aos efeitos econômicos na estrutura produtiva norte-americana da transição do período de guerra para um período de paz (LEONTIEF, 1985).

Os modelos de insumo-produto tornaram-se modelos acessórios às contas nacionais e estimados por vários países ao redor do mundo principalmente após a década de sessenta, sendo estimulados pela própria ONU no System of National Accounts (UN, 2008).

Atualmente, os estudos envolvendo a matriz insumo-produto utilizam-se de tabelas de usos e recursos. Estas tabelas são fruto da abordagem *commodity-by-product* que permite que um setor produza mais de um produto representativo. É com base nesta abordagem que os departamentos de estatística produzem seus modelos insumo-produto, como no caso do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2008), EUROSTAT (EUROSTAT, 2008) e do *Bureau of Economic Analysis* (HOROWITZ; PLANTING, 2009). Os modelos alvo da análise insumo-produto de diversos autores são feitos através desta abordagem.

Na literatura da análise insumo-produto, pode-se separar os trabalhos pela abrangência geográfica ao qual é objeto de estudo e ao tipo de análise de impacto econômico sobre a economia pesquisada. De maneira geral, encontram-se estudos com base na matriz insumo-produto com foco em Países, Blocos Econômicos, Estados de determinado país e outras regiões próprias de problema específico.

A maioria dos trabalhos da literatura de análise insumo-produto para o Rio Grande do Sul utiliza o cálculo dos multiplicadores em seus estudos. Friedrich (2002) analisa a geração de empregos através da atualização da matriz insumo-produto de 1985 pelo método RAS para 1998 e utiliza os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para a obtenção dos multiplicadores de emprego e da qualidade do emprego. Já Porsse (2002) estima os multiplicadores de impacto do modelo aberto e fechado de Leontief por setores da economia gaúcha, utilizando a matriz insumo-produto do Rio Grande do Sul de 1998 e, novamente na publicação completa da matriz de 2003 em Porsse (2007), há o cálculo dos multiplicadores do modelo fechado e aberto por setores da economia gaúcha.

Os trabalhos mais recentes utilizam a matriz insumo-produto de 2008 publicada em 2014. Sá (2014b) demonstra os principais resultados dos multiplicadores por setor com relação a matriz de 2008 bem como a metodologia utilizada na sua confecção. Morrone (2015) analisou o impacto dos investimentos do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) e dos investimentos privados na economia gaúcha, tomando como base a matriz insumo-produto do Rio Grande do Sul de 2008 e calculando os multiplicadores de impacto aberto da produção e de geração de empregos para os dois tipos de estímulo no investimento.

Neste trabalho, serão estudadas as culturas de soja, arroz e milho no Estado do Rio Grande do Sul através da análise insumo-produto. Estes produtos estão entre os maiores valores brutos de produção dentre os produtos agrícolas do Estado, de acordo com os dados da Fundação de Economia e Estatística - FEE (FEEDados, 2015), e portanto, são elementos importantes na constituição do panorama da agricultura do Rio Grande do Sul.

O objetivo deste trabalho é estudar a estrutura produtiva das culturas de soja, arroz e milho no Estado do Rio Grande do Sul através da análise insumo-produto com a mensuração dos multiplicadores de impacto sobre a produção, valor adicionado e geração de empregos associados aos produtos representativos destas culturas (soja em grão, arroz em casca e milho em grão) e de seus produtos industrializados derivados (óleos vegetais em bruto, óleos vegetais refinados e arroz beneficiado) e a análise dos impactos sobre a necessidade de insumos em cada um destes produtos através da estimação da matriz inversa de Leontief do

tipo produto-por-produto com tecnologia baseada na indústria e usando como base as tabelas oficiais da matriz insumo-produto da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul de 2003. Os multiplicadores de impacto obtidos serão decompostos entre os efeitos direto, indireto e induzido, visando demonstrar o quanto a cultura é afetada pela sua própria produção, pelas interligações com outros produtos da economia ou devido ao efeito das famílias atuando de maneira endógena no modelo. A análise insumo-produto efetuada no trabalho tenciona demonstrar de forma sintetizada características próprias das culturas.

Este trabalho conta inicialmente com esta introdução, na segunda seção há uma análise sobre o pensamento econômico de Leontief e a explicação do modelo insumo-produto desde o modelo original até seus aprimoramentos utilizados na análise insumo-produto atualmente e, por último, são explicados o cálculo e o significado econômico dos multiplicadores de impacto utilizados no modelo. Na terceira seção há uma análise das culturas de arroz, milho e soja com o histórico dos seus cultivos no Estado do Rio Grande do Sul e os seus principais custos operacionais, bem como os diversos produtos derivados destas culturas e a evolução do comércio exterior destes produtos. No último capítulo há a análise insumo-produto através do cálculo dos multiplicadores de impacto na produção, valor adicionado e de geração de empregos para os produtos das culturas de soja, milho, arroz e derivados juntamente análise estrutural da produção destes mesmos obtidos através da matriz inversa de Leontief produto-por-produto, com base na matriz insumo-produto de 2003 da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul.

2 O MODELO INSUMO-PRODUTO

Neste capítulo são expostas as origens do modelo insumo-produto, bem como o conjunto de ideias que o conceberam, a explicação do modelo original e os avanços que ocorreram ao longo do tempo na sua aplicação. Inicialmente, será demonstrada a forma como o autor Wassily Leontief pensa a Ciência Econômica, a qual serviu de base para a criação do seu modelo. Estas ideias serão exploradas servindo de pano de fundo para o melhor entendimento do método de análise.

Na segunda seção deste capítulo, é explicado de forma concisa o modelo insumo-produto original com suas hipóteses formadoras e relações entre o instrumento matemático e o seu significado econômico. Na seção seguinte, é demonstrada a abordagem commodity-by-industry (produto por indústria), utilizada atualmente nas contas nacionais, com a posterior demonstração matemática do modelo utilizado no âmbito deste trabalho.

A última seção é dedicada à análise insumo-produto e mostra os diferentes tipos de avaliação que o modelo insumo-produto nos oferece, dando-se atenção especial aos multiplicadores de impacto.

2.1 O Pensamento Econômico de Wassily Leontief

Wassily Leontief nasceu em São Petersburgo em 5 de agosto de 1906 e iniciou seus estudos na Universidade de Leningrado em 1921, obtendo seu diploma como economista em 1925. Continuou seus estudos na Universidade de Berlim onde recebeu seu doutorado com a dissertação de cunho teórico “A Economia como um Fluxo Circular”¹. Em 1931 emigrou para os Estados Unidos, onde trabalhou por um breve período no National Bureau for Economic Research (NBER)², e logo após ingressou no departamento de Ciências Econômicas da Universidade de Harvard em 1932, atuando também como consultor do U.S Office of Strategic Services durante toda a Segunda Guerra Mundial. Torna-se professor de Harvard em 1946, liderando o projeto que geraria a primeira matriz insumo-produto e sendo orientador no doutorado de outros notáveis economistas como Robert Solow, Paul Samuelson, Hyman Minsky e Vernon L. Smith. Vai para a Universidade de Nova York em 1975, onde funda e

¹Do original “Wirtschaft als Kreislauf”

²Fundado em 1920 o NBER é uma organização norte-americana privada apartidária de pesquisa acadêmica dedicada a promover o maior entendimento sobre a economia. Entre os principais economistas que contribuíram com suas pesquisas para a organização estão Simon Kuznets, Wesley Mitchell e Milton Friedman. (NBER, 2015)

dirige o instituto de análise econômica da universidade, permanecendo até sua morte em 5 de fevereiro de 1999.(WASSILY...,2015)

Wassily Leontief fez várias contribuições para a Ciência Econômica em diversas áreas, como Teoria do Comércio Internacional, Teoria dos Ciclos de Negócios e Teoria do Capital (LANDEFELD; MCCULLA, 1999). No entanto, a sua principal contribuição foi a matriz insumo-produto, pelo fato de esta ter se tornado uma tabela constituinte do *System of National Accounts (SNA)*³ e pela abrangente gama de estudos sobre a produção na economia que são possibilitados devido a sua criação.

O modelo de equilíbrio geral insumo-produto proposto pelo economista Wassily Leontief no artigo *Structural Matrices of National Economies*, de 1949, representou um passo importante na Ciência Econômica ao mostrar a inter-relação da produção entre diversos setores e produtos através de um sistema de equações lineares. O fruto de seu trabalho lhe garantiu o Prêmio Nobel em Economia de 1973⁴.

O modelo de insumo-produto apesar do uso de ferramentas matemáticas simples é síntese de um rebuscado pensamento sobre como deveria ser feito o avanço na Ciência Econômica para seu autor. Com o intuito de fazer uma introdução ao modelo teórico, será demonstrada uma breve análise sobre o pensamento de Leontief quanto aos avanços da Ciência Econômica e seus principais desafios, a fim de, posteriormente, formular a explicação sobre o modelo insumo-produto.

Para Wassily Leontief a teoria econômica se encontrava em uma falsa dicotomia, fosse devido ao uso de modelos teóricos que impunham hipóteses muito restritivas aos dados empíricos, fosse pelo uso extensivo da econometria para exaurir conclusões de dados reais sem uma teoria econômica consistente. Este pensamento é explorado a fundo na introdução da obra *Studies in the Structure of the American Economy*, de 1952, que marca os avanços obtidos pelo projeto de pesquisa de Harvard⁵, iniciado em 1948 e liderado por Leontief:

³ O *System of National Accounts (SNA)* é o padrão internacionalmente aceito e estimulado pela ONU de recomendações sobre a forma de compilar e mensurar a atividade econômica de um país. O SNA descreve um conjunto coerente, consistente e integrado de contas macroeconômicas em um contexto de acordo internacional sobre os conceitos, definições, classificações e regras de contabilidade. Ver: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna.asp> acessado em 05/07/2015.

⁴ Wassily Leontief foi premiado com o Nobel pelo desenvolvimento do método insumo-produto e sua aplicação em importantes problemas econômicos. (WASSILY...,2015).

⁵ O *Harvard Economic Research Project* representou uma tentativa de elaborar estudos empíricos sobre problemas de longo prazo da economia norte-americana. O objetivo final do programa consistia em formar uma 'Tableau Économique', uma figura internamente consistente sobre a evolução da estrutura econômica dos Estados Unidos durante as décadas de 20 e 30 que mostraria em certo detalhe a produção de diversos bens e os insumos de recursos, serviços e estoque de capital necessários para produzi-los. (LEONTIEF, 1952).

Como poderia a economia contemporânea avançar se cada um dos mais importantes modelos teóricos está desvinculado com os dados factuais requeridos para a implantação empírica e vice versa? Todas as várias teorias se encontram com pouco conteúdo factual e todas com vários fatos assumidos distribuídos por trás de qualquer relevante estrutura teórica. (Leontief, 1952, p. 4)

Estas críticas são endereçadas tanto a economistas teóricos da escola neoclássica como aos econometristas da época:

[...]Eu acredito que nem os modelos teóricos elaborados de forma dedutiva nem as mais refinadas técnicas de inferência estatística podem contribuir muito para o objetivo principal que a economia contemporânea enfrenta: o objetivo de expandir radicalmente e efetivamente sua base empírica. (Leontief, 1952, p. 5)

A conclusão de que avanços em modelos teóricos da economia precisam ser acompanhados pelos fatos da realidade para que a economia avance como uma ciência empírica é uma tônica em diversos artigos seus. No artigo, *The State of the Economic Science*, de 1958, Wassily Leontief concorda com o professor Tjalling C. Koopmans de que uma das principais preocupações na economia é a estrutura lógica da teoria econômica e sua relação com a pesquisa empírica na formulação de decisões políticas práticas, porém discorda com relação aos rumos que a disciplina deveria tomar para contornar este problema (LEONTIEF, 1958).

Koopmans defende que para o avanço da disciplina seria necessário que economistas encarregados da formulação teórica pura e investigadores empíricos fossem separados. Os primeiros seriam encarregados da criação de modelos internamente consistentes e os últimos testariam estes modelos com base em vestígios dos fatos observados em dados reais (LEONTIEF, 1958). Wassily Leontief discorda desta opinião ao endossar que este procedimento poderia piorar a incorporação de modelos teóricos aos fatos reais. Para o autor, o avanço, na Ciência Econômica passa pela troca de informações e convívio entre o “expert” em raciocínio dedutivo no campo da teoria pura e o especialista em fatos observados.

No início da década de setenta, com o avanço da inflação nos Estados Unidos⁶ e a maior importância do papel do economista na opinião pública, Leontief debate novamente os avanços da Ciência Econômica:

Muito do ensino acadêmico e pesquisa atual tem sido criticado por sua falta de relevância, isto é, do seu impacto prático imediato. Em uma resposta quase instantânea a estas críticas, projetos de pesquisa, seminários e cursos de graduação

⁶ A média da inflação anual da década de setenta fora de 7,09% nos Estados Unidos. Ver: <https://research.stlouisfed.org/fred2/series/FPCPITOTLZGUSA> para a série histórica entre 1961 e 2014, cálculo feito pelo autor.

tem sido criados em locais de maior pobreza, como cidades e subúrbios de pequenos vilarejos. Quase como um reflexo pavloviano, a partir do momento que uma nova reclamação surge o Presidente Nixon aponta uma comissão e a universidade anuncia um novo curso. Longe de mim argumentar que o fogo não deve ser apagado quando o alvo se desloca. O problema é causado, no entanto, não pela seleção inadequada dos alvos, mas devido a nossa inabilidade de acertar de maneira direta nenhum deles. O mal-estar na qual eu falei antes não é causado pela irrelevância dos problemas práticos atuais que os economistas dirigem seus esforços, mas devido a palpável inadequação dos meios científicos pela qual eles tentam resolvê-los. (Leontief, 1971, p.1)

E segue a análise de que o fascínio pela matemática por si só muitas vezes acaba afetando a capacidade do economista em procurar a aplicação direta:

Infelizmente, qualquer um capaz de aprender cálculo avançado ou elementar e álgebra, e que consiga adquirir o conhecimento da terminologia especializada da economia pode se considerar um teórico. O entusiasmo sem a devida crítica pela formulação matemática tende com frequência a esconder o conteúdo efêmero do argumento por trás de formidáveis sinais algébricos. (Leontief, 1971, p. 1)

A busca maior por modelos matemáticos rebuscados e a menor importância relativa à falta de dados indispensáveis para o avanço da economia como ciência empírica é ressaltado e criticado. A falta de dados empíricos sobre a economia impõe forte restrição à aplicação de modelos teóricos que poderiam servir diretamente ao uso de políticas públicas.

Outra crítica relevante nas obras de Wassily Leontief é a questão da agregação de variáveis econômicas vistas como exagerada por ele em certos aspectos. Os modelos keynesianos são criticados como incapazes de demonstrar as relações entre estruturas produtivas com resultados validados empiricamente devido ao alto grau de agregação:

O progresso da análise empírica do equilíbrio geral (ou se você preferir desequilíbrio geral) vai depender em grande parte da nossa habilidade em eliminar procedimentos altamente agregativos que tem dominado o campo desde a metade dos anos trinta, para ser mais preciso desde a emergência de várias tentativas de verificação empírica e aplicação numérica de diferentes modelos keynesianos. (Leontief, 1949, p.218)

A alternativa para uma menor agregação é o uso de modelos de equilíbrio geral, na qual o equilíbrio depende da interação dos vários setores da economia. Na Ciência Econômica, o primeiro autor a se referir a este tipo de modelo foi Leon Walras⁷, baseado nas hipóteses de livre mercado e aos moldes da Teoria Marginalista (BRUE, 2005). O equilíbrio walrasiano é alcançado através de um vetor preço único na economia que maximizaria a

⁷ Leon Walras foi um importante economista francês da escola marginalista e pioneiro no estudo do equilíbrio geral. Sua principal obra foi *Elements of pure economics* publicado em 1874. (BRUE, 2005).

utilidade de todos os indivíduos sujeitos à sua restrição orçamentária em cada um dos diferentes mercados (NICHOLSON; SNYDER, 2008).

Neste modelo, como o vetor preço único é responsável por atender a maximização de diversas curvas de utilidades que formam a demanda da economia, acaba sendo inserida a ideia de que uma mudança na utilidade de alguns indivíduos devido ao aumento de renda gera um impacto no preço de equilíbrio da economia de alguns bens de forma mais significativa do que outros, através da interação entre oferta e demanda no livre mercado. Este equilíbrio se torna de difícil solução matemática e análise à medida que as curvas de utilidade são consideradas contínuas e homogêneas de grau zero⁸ podendo ou não ser lineares. A busca por provas matemáticas para a existência da solução envolvendo o modelo de equilíbrio geral do tipo Walrasiano chamou a atenção dos economistas e matemáticos por cerca de 200 anos, já que o próprio Leon Walras não conseguira sugerir provas matemáticas concretas da solução deste tipo de modelo, apenas partia de evidências do cotidiano de que os preços dos bens não flutuavam drasticamente ao longo do tempo (NICHOLSON; SNYDER, 2008).

A solução do modelo conseguiu chegar a provas matemáticas de seu equilíbrio a partir de 1950 com a inserção de algumas novas hipóteses como a normalização de preços ao todo na economia, a utilização do teorema do ponto fixo de Brouwer para funções contínuas e o relaxamento do problema dos bens gratuitos (bens cuja oferta é amplamente superior a demanda tem o seu preço nulo na solução do modelo, o que não ocorre na economia real) (ARROW; DEBREU, 1954; NICHOLSON; SNYDER, 2008).⁹

O modelo de equilíbrio geral de Walras foi o pioneiro a tratar a economia como o resultado do comportamento de vários mercados diferentes que interagem entre si até chegar ao equilíbrio através de preços. O modelo porém, é de difícil aplicação empírica se pensarmos em encontrar a forma das funções de utilidade dos agentes de diferentes mercados da economia.

O modelo de equilíbrio geral de Leontief tenta ser um elo entre um modelo teórico de fácil cálculo e uma aplicação empírica direta utilizando os dados coletados da economia real (LEONTIEF, 1949b).

⁸ Funções matemáticas na qual sendo μ um número qualquer apresentam o seguinte comportamento: $f(\mu x_1, \dots, \mu x_n) = \mu^0 * f(x_1, \dots, x_n) = f(x_1, \dots, x_n)$. A multiplicação de cada uma das suas variáveis independentes por μ não altera o resultado da função (CHIANG; WAINWRIGHT; 2006).

⁹ Gerrard Debreu e Kenneth Arrow foram os responsáveis pela demonstração matemática da existência do equilíbrio nos modelos ao estilo Walras em economias competitivas (ARROW; DEBREU, 1954).

2.2 O Modelo insumo-produto de Leontief

No modelo de Leontief, a economia é vista como um conjunto de diferentes setores produtivos cuja soma do produto individual de cada setor forma a produção total da economia. Cada setor produtivo, além de produzir o seu produto final demanda, o produto de outros setores utilizados como insumos na sua produção, e portanto, o impacto na produção de um único setor tem íntima relação com a produção de outros setores.

O modelo tem como objetivo principal a aplicação da teoria do equilíbrio geral à análise quantitativa empírica da economia nacional (LEONTIEF, 1949). Neste sentido, recupera a forma de pensar o equilíbrio como Walras e a necessidade de unir dados empíricos diretamente ao modelo como uma *Tableau Economiqué*, com base em uma forte inspiração de François Quesnay¹⁰.

O modelo insumo-produto estático aqui explanado toma como base principal Leontief (1949b) e Leontief (1985). O modelo apresenta como principais diferenças com relação ao modelo de Walras a existência de função de produção e a álgebra linear como ferramenta matemática utilizada na sua construção.

Neste modelo, o fluxo de bens na economia pode ser sintetizado através do quadro insumo-produto abaixo:

Quadro 1- Tabela insumo-produto em unidades físicas de produção

De/Para	Agricultura	Manufatura	Famílias	Total Produzido
Agricultura	Z_{11}	Z_{12}	Z_{13}	$\sum_{i=1}^3 Z_{1j}$ (toneladas de trigo)
Manufatura	Z_{21}	Z_{22}	Z_{23}	$\sum_{i=1}^3 Z_{2j}$ (metros de roupa)
Famílias	Z_{31}	Z_{32}	Z_{33}	$\sum_{i=1}^3 Z_{3j}$ (homens-ano de trabalho)

Fonte: Leontief (1985) e adaptado pelo autor (2015).

Neste exemplo há uma economia com três setores: agricultura, manufatura e o trabalho das famílias. A notação Z_{ij} indica a quantidade de produto do setor linha i absorvida pelo setor coluna j , por exemplo, a notação Z_{12} mostra a quantidade de produto da agricultura

¹⁰ François Quesnay foi o principal nome da fisiocracia francesa. Sua principal obra *Tableau Economique* de 1766 é considerada a primeira análise sistemática do fluxo de riqueza nacional sendo influente para o trabalho de diversos outros economistas (BRUE, 2005).

absorvido pelo setor manufatura, ou de forma mais simples, o quanto de insumos da agricultura que o setor manufatura utiliza.

A produção de um único setor é dada pela soma da linha desta tabela. A produção total do setor manufatura é, neste caso, a soma de Z_{21} , Z_{22} e Z_{23} , ou pode ser representado de forma sintetizada pela notação $\sum_j^3 Z_{2j}$.

Este quadro insumo-produto tem nas suas quantidades a unidade física relacionada ao produto. Desta forma, é possível somar as linhas, porém a soma das colunas que fornece o quanto que o setor ou a atividade gasta em insumos para a produção não é possível de ser efetuada devido às diferentes unidades de medida de cada insumo.

Para que as colunas possam ser somadas, a unidade de medida utilizada é o valor em unidades monetárias. Isto é, o preço de determinado produto ou atividade multiplicado pela sua quantidade produzida. Destarte, o quadro de fluxo de bens e serviços na economia é alterado abrigoando a unidade de valor em todos os seus campos como é observado no quadro 2.

Quadro 2- Tabela insumo-produto em valores monetários

De/Para	Agricultura (em R\$)	Manufatura (em R\$)	Famílias (em R\$)	Total Produzido (em R\$)
Agricultura (em R\$)	X_{11}	X_{12}	X_{13}	$\sum_{i=1}^3 X_{1j}$
Manufatura (em R\$)	X_{21}	X_{22}	X_{23}	$\sum_{i=1}^3 X_{2j}$
Famílias (em R\$)	X_{31}	X_{32}	X_{33}	$\sum_{i=1}^3 X_{3j}$
Total Consumido (em R\$)	$\sum_{i=1}^3 X_{i1}$	$\sum_{i=1}^3 X_{i2}$	$\sum_{i=1}^3 X_{i3}$	Produção Total da Economia (em R\$)

Fonte: Leontief (1985) e adaptado pelo autor (2015).

Neste novo quadro é possível somar tanto a quantidade total produzida em cada setor, como a quantidade total consumida em cada setor produtivo. A produção total da economia no equilíbrio pode ser obtida pela soma do total produzido em cada setor através da linha do quadro 2 ou pela soma do total consumido em cada setor através da coluna do mesmo quadro, tudo o que é produzido no sistema é consumido por algum agente da economia no seu equilíbrio.

A seguir é inserida a ideia de coeficientes técnicos de produção que serão peças fundamentais no modelo. O coeficiente técnico pode ser obtido diretamente através da tabela

insumo-produto e significa a razão entre o valor de cada insumo X_{ij} utilizado pelo setor j com relação ao valor total da sua produção X_j . Na sua forma matemática a definição de coeficiente técnico de produção é:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad (1)$$

Segundo Leontief, os coeficientes técnicos:

[...] Nos permitem adentrar no estudo factual das relações interindustriais e aplicar este procedimento em poderosas ferramentas da teoria do equilíbrio geral sem esperar por uma completa e definitiva solução de todos os aspectos teóricos e factuais da análise do equilíbrio parcial (Leontief, 1949a, p. 213).

No modelo insumo-produto cada setor da economia produz de acordo com a função de produção do tipo proporções fixas que é constituída pelos valores dos coeficientes técnicos de produção. Os coeficientes de produção permanecem fixos no modelo insumo-produto, desta forma uma elevação na produção total do setor é possível somente com a elevação na mesma magnitude de todo os insumos utilizados determinados pela razão a_{ij} (MILLER; BLAIR, 2009). Na forma matemática, esta constatação significa que a produção de um único setor j no modelo insumo-produto depende de:

$$X_j = \frac{X_{1j}}{a_{1j}} = \frac{X_{2j}}{a_{2j}} = \dots = \frac{X_{ij}}{a_{ij}} \quad (1.1)$$

A produção por setor possui retornos constantes de escala à medida que um aumento no valor consumido dos insumos em n vezes gera um aumento da produção de mesma magnitude. Por exemplo, o aumento da capacidade de produção em duas vezes dependeria, portanto, do aumento em duas vezes no uso dos seus insumos (MILLER; BLAIR, 2009):

$$2 * X_j = 2 * \frac{X_{1j}}{a_{1j}} = 2 * \frac{X_{2j}}{a_{2j}} = \dots = 2 * \frac{X_{ij}}{a_{ij}} \quad (1.2)$$

Esta hipótese simplista do modelo pode parecer radical em um primeiro momento, pois há setores na economia de alta capacidade de evolução tecnológica que podem possuir retornos crescentes de escala significando que a partir de certo nível de capacidade instalada um pequeno aumento no insumo gera uma grande alta na produção. Devido a esta crítica, o autor fez a defesa do uso de coeficientes técnicos em prol dos dados empíricos que o sustentam:

Para começar, a questão não é se as razões são constantes ou não – elas certamente não são no *stricto senso* da palavra. A real questão é: Como pode as variações afetar a validade empírica da computação baseada na hipótese de coeficientes fixos e de que maneira e baseado em qual procedimento teórico e empírico esta variação pode ser revelada?. (Leontief, 1949a, p. 221)

A função produção de Leontief é linear e homogênea com relação aos outros setores produtivos da economia. A característica de linearidade implica além da hipótese de retornos de escala constantes, a ausência de substituição entre insumos no curto prazo que poderiam aumentar a produção total por setor. O fato da produção ser homogênea implica que cada mercadoria é fornecida por um único setor produtivo (RICHARDSON, 1978).

O modelo estático insumo-produto simples é obtido através de um sistema de equações lineares que demonstra que a produção total de um setor deve igualar no equilíbrio a sua demanda final. Neste sistema, a produção de um setor X_j pode ser consumida por outros setores nos seus processos produtivos ($X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1j}$) ou pela demanda final y (também denominada demanda exógena) constituída pelo somatório do consumo das famílias, gastos do governo, investimentos e setor externo:

$$\begin{aligned} (X_1 - X_{11}) - X_{12} - \dots - X_{1j} &= y_1 \\ -X_{21} + (X_2 - X_{22}) - \dots - X_{2j} &= y_2 \\ -X_{i1} - X_{i2} - \dots + (X_i - X_{ij}) &= y_i \end{aligned} \quad (2.1)$$

Adotando o conceito de coeficientes técnicos introduzidos anteriormente, utiliza-se a equação (1) e o sistema (2.1) é reescrito:

$$\begin{aligned} (1 - a_{11}) * X_1 - a_{12} * X_2 - \dots - a_{1j} * X_j &= y_1 \\ -a_{21} * X_1 + (1 - a_{22}) * X_2 - \dots - a_{2j} * X_j &= y_2 \\ -a_{i1} * X_1 - a_{i2} * X_2 - \dots + (1 - a_{ij}) * X_j &= y_i \end{aligned} \quad (2.2)$$

O conjunto de coeficientes técnicos pode ser organizado em uma matriz estrutural da economia. Esta matriz mostra a estrutura produtiva de cada setor através dos seus coeficientes.

Quadro 3- Matriz estrutural de coeficientes técnicos

	Agricultura	Manufatura	Famílias
Agricultura	a_{11}	a_{12}	a_{13}
Manufatura	a_{21}	a_{22}	a_{23}
Famílias	a_{31}	a_{32}	a_{33}

Fonte: Leontief (1985) e adaptado pelo autor.

A representação e resolução do sistema de equações (2.2) pode ser feita através da álgebra linear. Sendo a matriz estrutural, $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$, a produção total, $X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$, a demanda final, $Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix}$ e $I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ uma matriz identidade da mesma ordem do número de setores da matriz estrutural A:

$$(I - A) * X = Y \quad (3)$$

Dado que $(I - A)$ possua uma matriz inversa, o sistema pode ser resolvido e a matriz inversa usada para expressar o produto total por setor em função da demanda final exógena, isto é, uma demanda dada em valor para cada setor na qual a produção necessariamente precisa atender para alcançar o equilíbrio geral do modelo.

Segue a resolução do sistema na forma matricial:

$$(I - A)^{-1} * (I - A) * X = (I - A)^{-1} * Y \quad (4)$$

$$X = (I - A)^{-1} * Y \quad (4.1)$$

A matriz inversa $(I - A)^{-1}$ é fundamental no modelo insumo-produto e é conhecida como *Matriz Inversa de Leontief*. Representa-se a matriz de Leontief como L_{ij} :

$$(I - A)^{-1} = L_{ij} = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix}$$

A matriz de Leontief indica por quanto o produto X_i do setor i deve aumentar se a demanda final Y for aumentada por uma unidade. Na solução final do modelo, a produção total de um setor é um produto escalar entre a demanda final Y e a linha do setor i na matriz de Leontief L_{ij} :

$$X = L_{ij} * Y$$

Na matriz inversa de Leontief quando $i=j$, os valores obtidos demonstram o impacto direto em X_i de um aumento na demanda final e sintetizam, portanto, as relações intraindustriais do setor. Já quando $i \neq j$ o produto X_i é afetado somente indiretamente pelo fato do setor i ser demandado por outros setores da economia que necessitam da sua produção como insumos e demonstra, portanto, o comportamento das relações interindustriais do setor i com o restante da economia (MILLER; BLAIR, 2009).

Esta última característica da solução é o principal trunfo do modelo de Leontief, pois permite analisar o impacto de um único setor em outras atividades da economia. As vantagens da análise insumo-produto estão na maneira fácil com que o modelo consegue lidar com uma grande quantidade de dados, fazendo possível a análise empírica da economia como um todo e também possibilitando o estudo de setores-chave de interesse e seus respectivos impactos.

De maneira explícita, a produção total do setor 2 na economia no equilíbrio geral é:

$$X_2 = l_{21} * Y_1 + l_{22} * Y_2 + l_{23} * Y_3$$

O valor l_{22} representa o impacto direto do aumento da demanda na produção de X_2 dependendo do aumento na demanda do próprio setor 2. Já l_{21} e l_{23} representam o impacto indireto do aumento na demanda dos setores 1 e 3 na produção de X_2 .

Para que o sistema de equações possua uma inversa cuja solução seja não-negativa e possa ser resolvida através do cálculo computacional é preciso como condição suficiente que a determinante e o valor das menores principais líderes da matriz $(I - A)$ sejam positivas, esta é a chamada condição Hawkins-Simon (HAWKINS; SIMON, 1949). A condição necessária é atingida quando todos os valores de b_{ij} na matriz inversa são positivos, e portando, a resolução do sistema traz consigo valores positivos na produção por setor. Na solução final do modelo, a produção total é o resultado de uma combinação linear positiva entre o vetor demanda final e as linhas da matriz inversa (LEONTIEF, 1985). Uma explicação detalhada da condição Hawkins-Simon com seus teoremas e provas pode ser encontrada em Hawkins; Simon (1949), Araújo; Souza (1998) e Miller; Blair (2009).

As tabelas insumo-produto e o cálculo da matriz inversa de Leontief passaram a ser adotados por diversos países após a exposição do modelo como instrumento acessório das contas nacionais. Atualmente, as tabelas insumo-produto são usadas para verificar a consistência das contas nacionais, para a análise de ramos específicos da indústria que são considerados fundamentais para determinado país, possibilitando verificar gargalos na sua

estrutura produtiva e também sendo utilizadas como um instrumento para análise de cenários futuros da economia em questão (LANDEFELD; MCCULLA, 1999).

Em RICHARDSON (1978) há a demonstração de como a tabela insumo-produto é incorporada às contas nacionais e como se pode obter as três óticas do Produto Interno Bruto (PIB) de um país somente com este documento. Esta demonstração será feita a seguir.

Quadro 4- Tabela simplificada de transações insumo-produto

De/Para	Setores Compradores	Demanda Final	Exportações	Produto Bruto Total (PIB)
Setores Produtivos	$X_{11} \quad \dots \quad X_{1n}$ $\dots \quad X_{ij} \quad \dots$ $X_{n1} \quad \dots \quad X_{nn}$	$C_1 \quad I_1 \quad G_1$ $\dots \quad \dots \quad \dots$ $C_n \quad I_n \quad G_n$	E_1 \dots E_n	X_1 \dots X_n
Trabalho (salário)	$W_1 \quad \dots \quad W_n$	$W_C \quad W_I \quad W_G$	L_E	W
Outros valores adicionados	$V_1 \quad \dots \quad V_n$	$V_C \quad V_I \quad V_G$	V_E	V
Importações	$M_1 \quad \dots \quad M_n$	$M_C \quad M_I \quad M_G$	-	M
Dispêndio Total Bruto	$X_1 \quad \dots \quad X_n$	$C \quad I \quad G$	E	X

Fonte: Richardson (1978) e adaptado pelo autor (2015).

A notação para a produção dos setores e a compra dos seus insumos permanece a mesma X_{ij} do modelo insumo-produto. A demanda final exógena é decomposta em consumo das famílias C_i , investimento privado I_i e gastos do governo G_i . O valor adicionado fora agrupado de forma simples para facilitar a compreensão em salários W_i e outros valores adicionados V_i . Por último, as transações com o setor externo são sintetizadas através das importações I_i e exportações E_i .

A produção total de cada setor pode ser mensurada através da soma de sua linha ou da sua coluna:

$$X_i = \sum_j^n X_{ij} + (C_i + I_i + G_i + E_i) \quad (7)$$

$$X_j = \sum_i^n X_{ij} + W_j + V_j + M_j \quad (8)$$

A equação (7) representa a produção do setor-linha i , a produção é demandada por outros setores produtivos ou vai para a demanda final e mercado externo. A equação (8) representa a produção do setor-coluna j , a produção é mensurada através do gasto com

compras de outros setores internos da economia ou com a remuneração dos fatores (W e V) e compras no mercado externo com importações.

O total da economia pode ser calculado através da soma de todos os setores-linha e setores-coluna. Na condição de equilíbrio, a mensuração da produção pela soma das linhas se iguala ao gasto necessário pela soma das colunas, portanto no equilíbrio há a seguinte igualdade:

$$\sum_j^n X_j + C + I + G + E = \sum_i^n X_i + W + V + M \quad (9)$$

Como $\sum_j^n X_j = \sum_i^n X_i$, os fluxos intermediários podem ser cancelados resultando na seguinte igualdade:

$$C + I + G + E = W + V + M \quad (9.1)$$

$$C + I + G + (E - M) = W + V \quad (9.2)$$

O lado esquerdo da equação (9.2) representa o PIB através da ótica do dispêndio. Para este caso, o produto total da economia é a soma da demanda do mercado interno através do Consumo das famílias (C), Investimentos do setor privado (I) e gastos do governo (G) mais a demanda do mercado externo ($E - M$). O PIB pela ótica do dispêndio fica:

$$PIB = C + I + G + (E - M) \quad (10)$$

O lado direito da equação (9.2) representa o PIB através da ótica da renda que soma a remuneração dos fatores de produção. Para este caso o PIB, é a soma da remuneração de fatores como salários, aluguéis e os lucros envolvidos na produção final. O PIB pela ótica da renda fica:

$$PIB = W + V \quad (11)$$

O cálculo do PIB através da ótica do produto ou do seu Valor Adicionado Bruto já está demonstrado na própria obtenção da solução do modelo de Leontief. Partindo do sistema de equações em (2.1) verifica-se que a demanda final é equivalente à produção total do setor menos o consumo de insumos intermediários à produção.

$$C_i + I_i + G_i + (E_i - M_i) = X_i - \sum_j^n X_{ij} \quad (12)$$

$$PIB = X_i - \sum_j^n X_{ij} \quad (12.1)$$

A equação (12.1) também pode ser vista como a diferença entre o Valor Bruto da Produção X_i menos o seu consumo intermediário $\sum_j^n X_{ij}$. O Produto Interno Bruto do país é neste caso equivalente ao seu Valor Adicionado Bruto (VAB).

As primeiras matrizes foram feitas para a economia norte-americana com relação aos anos 1919, 1929 e 1939 frutos do *Harvard Economic Research Project* com dados básicos fornecidos pelo *Bureau of Labor Statistics (BLS)*¹¹. Em 1957 outros países como Reino Unido, Dinamarca, Noruega, Holanda, Itália, Canadá e Japão também passaram a utilizar o modelo. Atualmente, as matrizes insumo-produto são utilizadas por quase todos os países como mecanismo de análise produtiva estrutural.

O modelo insumo-produto veio sofrendo alterações para melhorar ainda mais sua aplicação empírica ao longo do tempo. Avanços com relação à metodologia de mensuração das relações interindustriais, à adoção de tabelas de usos e recursos e à criação de modelos regionais são grandes exemplos.

A adoção de tabelas de usos e recursos fora fundamental para ampliar a gama de produtos analisados com relação aos seus setores produtores. A forma como é feita a incorporação destas tabelas no modelo insumo-produto, bem como a explicação de sua importância para a análise da estrutura produtiva, será feita a seguir.

2.3 Abordagem commodity-by-industry

O modelo básico de insumo-produto estático parte da hipótese de que cada indústria da economia em questão produz somente um produto. Esta hipótese simplificadora causa problemas na análise empírica de alguns setores de economia cujas indústrias possuem mais de um tipo de produto ou que possuam um produto principal e outros secundários na sua produção (MILLER; BLAIR, 2009; GUILHOTO, 2011, p. 24).

¹¹ O *Bureau of Labor Statistics (BLS)* do Departamento do Trabalho do Estados Unidos é a principal agência federal responsável por mensurar o nível de atividade do mercado de trabalho, as condições de trabalho e a inflação norte-americana. Para mais informações: <http://www.bls.gov/bls/infohome.htm> acessado em 24/07/2015.

Para lidar com as situações nas quais uma indústria é capaz de produzir mais de um tipo de produto (ou "commodity" como originalmente discutido) fora criado o enfoque commodity-by-industry¹² através do trabalho de Sir Richard Stone¹³ e seus colegas na obra *Input-Output and National Accounts*, de 1961. Após o seu trabalho, a ONU propôs esta abordagem como padrão para a estimação de modelos insumo-produto nacionais, e vários países ao redor do globo passaram a adotá-la após a década de setenta (MILLER; BLAIR, 2009, p. 184).

Esta metodologia também é utilizada pelo *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE*¹⁴ para a matriz insumo-produto do Brasil de 2000 e 2005 (IBGE, 2008) e pela *Fundação de Economia e Estatística - FEE*¹⁵ no caso das matrizes do Rio Grande do Sul de 2003 e de 2008. (PORSSE, 2007; SÁ, 2014a).

No enfoque commodity-by-industry, a matriz inversa do tipo Leontief é obtida através do auxílio de tabelas de uso e recurso, bem como tabelas contendo a produção total por indústria (ou setor) e por commodity (ou produto) (GUILHOTO, 2011, p. 20).

Em parágrafo do *System of National Account 2008* há a explicação dos motivos que levam à utilização de tabelas de uso e recursos:

The reason that manipulation of supply and use tables is needed to produce an input-output table is the existence of secondary products. If there were the same number of industries as products, and if each industry only produced one product, the supply table for the domestic economy would be unnecessary; the column totals for industries would be numerically equal to the row totals for products and the inter-industry matrix would be square as originally compiled. As noted elsewhere, the intent behind using establishments rather than enterprises, and working at a fairly detailed level in the supply and use tables, is to get as close to this situation as is reasonably practicable. Inevitably though some secondary production remains. (UN, 2008, p.514)

A matriz de uso $U = [u_{ij}]$ demonstra todas as compras de produtos i pelo setor j . Desta forma, o setor compra produtos de outros setores ou do seu próprio setor como insumo à produção de seus produtos finais (MILLER; BLAIR, 2009). De uma maneira simples, a

¹² A palavra *industry* que em uma tradução livre significa indústria também pode ser considerada como o setor da economia ou mais atualmente é considerada como a atividade econômica exercida. Já a palavra commodity representa todos os tipos de produtos produzidos pelos diferentes setores.

¹³ Sir Richard Stone foi laureado com o Nobel de Economia em 1984 pelos seus estudos relacionados ao aprimoramento das Contas Nacionais (MARANGONI; ROSSIGNOLI, 2014)

¹⁴ O IBGE é uma entidade da administração pública federal, vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. O órgão se constitui no principal provedor de dados e informações do País, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal. (IBGE, 2015)

¹⁵ A *Fundação de Economia e Estatística (FEE)* é uma instituição de pesquisa, vinculada à Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento Regional do Governo do Estado do Rio Grande do Sul. (FEE, 2015a)

matriz de uso demonstra a interatividade industrial de um setor com todos os requerimentos necessários para a produção de seus produtos. Abaixo está demonstrado um exemplo de matriz de uso para uma economia com dois setores produtivos diferentes.

Figura 1- Tabela de Usos de uma economia com 2 setores

	Setor 1	Setor 2	Demanda Final por Produto (e)	Produção total por Produto (q)
Produto 1	u_{11}	u_{12}	e_1	q_1
Produto 2	u_{21}	u_{22}	e_2	q_2
Valor Adicionado (v')	v_1	v_2		
Produção total do Setor (x')	x_1	x_2		

Fonte: (MILLER;BLAIR, 2009) e adaptado pelo autor (2015).

A matriz de usos U é a área hachurada da tabela. Nesta tabela de usos o setor 1 compra tanto o produto 1 como o produto 2, além de precisar pagar as remunerações contidas no valor adicionado v_1 para a sua produção x_1 . Para o cálculo da produção total do produto 1, deve-se somar as compras do produto 1 pelo seu próprio setor u_{11} com as compras do setor 2 u_{12} , além da demanda final e_1 representada pelas compras feitas pelas famílias, gastos do governo, investimentos da iniciativa privada e a demanda do mercado externo.

Em notação matricial de forma generalizada:

$$x' = U' * i + v' \quad (15)$$

$$q = U * i + e \quad (16)$$

A equação (15) informa que a produção total do setor pode ser expressa como a multiplicação da matriz transposta de U pelo vetor-coluna¹⁶ de soma i mais o valor adicionado. A equação (16) mostra que o total da produção dos produtos é dada pela multiplicação entre a matriz U pelo vetor-coluna de soma mais o vetor demanda final.

Cabe novamente a observação de que nesta abordagem a produção total do setor 1 não é necessariamente igual ao produto 1, visto que, o setor 1 pode produzir mais de um produto, o que difere do modelo básico de Leontief. Neste novo enfoque os coeficientes técnicos denominados como a_{ij} no modelo básico seguem a seguinte equação:

$$b_{ij} = \frac{u_{ij}}{x_j} \quad (17)$$

¹⁶ O vetor de soma i consiste em um vetor-coluna na forma $\begin{bmatrix} 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}$ na qual este possui o mesmo número de linhas da matriz a qual se deseja somar suas linhas.

Designaremos a matriz com estes coeficientes como $B = [b_{ij}]$. B é a matriz de coeficientes técnicos de cada setor em relação a cada produto utilizado como insumo (GUILHOTO, 2011). Esta matriz geralmente será retangular na qual há uma quantidade maior de produtos do que setores e possui a seguinte notação matricial:

$$B = U \hat{x}^{-1} \quad (18)$$

A matriz \hat{x} é uma matriz diagonal preenchida pelos valores de produção total de cada setor¹⁷, assim sendo, esta matriz possui o mesmo número de colunas que o número total de setores na economia. A matriz B é o resultado da multiplicação da matriz de usos U pela matriz inversa de \hat{x} .

A *matriz de recursos* demonstra como os setores fazem os seus produtos. Designar-se-á a matriz de recursos como $V=[v_{ij}]$, na qual mostra o valor de produção do produto j que é produzido pelo setor i . Desta forma, a matriz de recursos mostra uma "foto" completa da economia, demonstrando o que cada setor está produzindo. A seguir está demonstrado um exemplo de quadro de recursos para uma economia com dois setores produtivos diferentes.

Figura 2- Tabela de Recursos de uma economia com 2 setores

	Produto 1	Produto 2	Produção Total do Setor (x)
Setor 1	v_{11}	v_{12}	x_1
Setor 2	v_{21}	v_{22}	x_2
Produção total do Produto (q')	q_1	q_2	

Fonte: (MILLER; BLAIR, 2009) e adaptado pelo autor (2015).

A matriz de recursos V é a área hachurada da tabela. Nesta tabela de recursos, o setor 1 produz uma quantidade v_{11} do produto 1 e v_{12} do produto 2 sendo que a soma destes dois produtos resulta na produção total do setor x_1 . A produção total do produto 1 é a soma da produção do produto 1 pelos setores 1 e 2 respectivamente representados por v_{11} e v_{21} .

Em notação matricial de forma generalizada:

$$x = Vi \quad (21)$$

$$q' = V'i \quad (22)$$

¹⁷ Em uma economia com dois setores caracterizamos \hat{x} como $\begin{bmatrix} x_1 & 0 \\ 0 & x_2 \end{bmatrix}$.

A equação (21) informa que a produção total do setor pode ser expressa como a multiplicação da matriz V pelo vetor-coluna de soma i . A equação (22) mostra que o total da produção dos produtos é dada pela multiplicação entre a matriz transposta de V pelo vetor-coluna de soma i .

Os coeficientes utilizando a matriz de recursos V são definidos como:

$$D = [d_{ij}] = \frac{v_{ij}}{q_j} \quad (23)$$

A matriz D representa a proporção para cada produto dos setores que o produzem (GUILHOTO, 2011). De uma maneira mais clara, esta matriz indica o porcentual pela qual cada setor é responsável na produção de um mesmo produto, sendo também denominada como matriz *market-share* e portanto a soma coluna desta matriz D é por definição 1. Esta matriz será geralmente retangular e possui a seguinte notação matricial:

$$D = V \hat{q}^{-1} \quad (24)$$

O mesmo procedimento adotado para a equação (18) é repetido para a matriz de *market-share* com a diferença de que a matriz \hat{q} é preenchida com o valor da produção total de cada produto na economia. A matriz D é obtida pela multiplicação entre a matriz de recursos e a matriz inversa de \hat{q} .

Utiliza-se (18) e multiplica-se ambos os lados por \hat{x} :

$$B \hat{x} = U \hat{x}^{-1} \hat{x} \quad (25)$$

$$U = B \hat{x} \quad (26)$$

A equação de equilíbrio entre oferta e demanda na economia é encontrada ao se substituir o resultado acima na equação (16):

$$q = B \hat{x} i + e \quad (27)$$

$$q = Bx + e \quad (28)$$

Na expressão (28) o total de produtos é igual ao consumo intermediário dos setores (suas relações intra e interindustriais) somado à demanda final. Neste sistema há um número diferente de linhas entre o total de produtos q e de colunas contendo a produção total dos setores x , desta forma não é possível obter a matriz inversa quadrada do tipo Leontief (MILLER; BLAIR, 2009). Deve-se transformar o sistema fazendo com que represente o equilíbrio na economia em relação à produção total por produto ou produção total por setor.

Para entender a transformação a ser efetuada na equação (28) é importante compreender como as matrizes de uso e recurso interagem na estrutura econômica. O quadro 7 abaixo busca demonstrar esta interação.

Figura 3- Integração das tabelas de recursos e uso em uma economia com 2 setores

		Produtos		Setores		Demanda Final	Produção Total
		Produto 1	Produto 2	Setor 1	Setor 2		
Produtos	Produto 1			u_{11}	u_{12}	e_1	q_1
	Produto 2			u_{21}	u_{22}	e_2	q_2
Setores	Setor 1	v_{11}	v_{12}				x_1
	Setor 2	v_{21}	v_{22}				x_2
Valor Adicionado				v_1	v_2	γ	
Produção Total		q_1	q_2	x_1	x_2		

Fonte: (MILLER; BLAIR, 2009) e adaptado pelo autor (2015).

A partir do quadro 7 é possível observar que a produção total dos produtos q pode ser obtida tanto pela soma da linha da matriz de usos U mais a demanda final (16), como através da coluna dos produtos na matriz de recursos V (22). A partir do mesmo quadro também obtém-se a relação na qual a produção total do setor x é o total da soma da coluna da matriz de usos U mais o valor adicionado total no setor (15) e também é o total da soma da linha da matriz de recursos V (21).

Para se conseguir resolver o sistema de equações (28), utilizam-se matrizes auxiliares a partir da matriz de recursos V . A primeira matriz já está demonstrada em D e é considerada a matriz de *market share* da economia. A segunda matriz auxiliar será denominada $C=[C_{ij}]$ e é assim definida:

$$C_{ij} = \frac{v_{ij}}{x_i} \quad (29)$$

Esta matriz é denominada matriz de composição de produtos e reflete o quanto que um setor é responsável pela produção de um produto ou o quanto da produção total da indústria i

está na forma do produto j . Veja-se que a diferença para a matriz D reside somente no denominador. A matriz C recebe a seguinte notação matricial:

$$C = V' \hat{x}^{-1} \quad (30)$$

A matriz de requerimentos totais equivalente à matriz inversa de Leontief é obtida na abordagem *commodity-by-industry* através do uso das matrizes auxiliares (24) e (29) e também das somas da produção dos setores (equação 21) e soma da produção dos produtos (equação 22) da matriz de recursos. A combinação da matriz auxiliar D com a equação (21) e a combinação da matriz C com a equação (22) serão utilizadas para substituir x e q na condição de equilíbrio (equação 28).

No total podem ser gerados quatro tipos diferentes de modelo insumo-produto de acordo com a combinação utilizada e da tecnologia do modelo adotada. A tecnologia baseada na indústria assume que a composição da produção de um produto em um dado setor pode se alterar, porém a participação total deste setor na produção deste bem para o mercado (seu *market share*) se mantém constante pelo fato de a tecnologia ser uma característica do setor (GUILHOTO, 2011). A tecnologia baseada no produto, por outro lado assume que a composição da produção de um produto se mantém constante pelo fato de a tecnologia ser uma característica de cada produto e a participação total do setor na produção deste bem na economia poder ser alterada (IBGE, 2008; GUILHOTO, 2011).

O tipo de tecnologia utilizada no modelo depende do objetivo a ser alcançado pelo pesquisador. Em GUILHOTO (2011) é expresso que o modelo com a tecnologia baseada na indústria apresenta uma hipótese mais realista do que a tecnologia baseada no produto. Tanto o IBGE como a FEE-RS utilizam a tecnologia baseada na indústria em seus modelos (IBGE, 2008; PORSSE, 2007; SÁ, 2014a).

O modelo insumo-produto adotado pela FEE para a matriz do Rio Grande do Sul e que serve de base para este trabalho é o único que será demonstrado. A explicação dos demais modelos bem como suas principais características com relação aos resultados obtidos podem ser encontrados em UN (1999); EUROSTAT (2008) e Miller, Blair (2009).

Utiliza-se a matriz de *market-share* D e multiplica-se ambos os lados por \hat{q} :

$$D \hat{q} = V \quad (31)$$

Multiplica-se ambos os lados pelo vetor-coluna de soma:

$$D \hat{q} i = V i \quad (32.1)$$

Na equação acima, observa-se que $x = Vi$ e como $q = \hat{q}i$, obtém-se:

$$Dq = x \quad (32.2)$$

Substitui-se o valor de x encontrado na equação acima na equação de equilíbrio (28) e resolve-se explicitamente:

$$q = B(Dq) + e \quad (32.3)$$

$$q - (BD)q = e \quad (32.4)$$

$$q(I - BD) = e \quad (32.5)$$

$$q = (I - BD)^{-1} * e \quad (32.6)$$

Este sistema de equações (32.6) conecta a demanda final por produto e com a produção deste produto. A matriz $(I - BD)^{-1}$ é chamada de *matriz de requerimentos totais produto por produto* e cumpre a mesma função da matriz inversa de Leontief do modelo básico apresentado na seção 2.2, porém é uma matriz quadrada formada por produtos. A matriz BD possui o mesmo papel da matriz estrutural de coeficientes técnicos do modelo básico da seção 2.2. Neste sistema da expressão (32.6), a economia é representada pelas interações entre os diferentes produtos consumidos e produzidos no sistema econômico. Na literatura da análise insumo-produto, este é o modelo *commodity-by-commodity with industry based technology*, e será utilizado na seção 4 deste trabalho para o cálculo dos multiplicadores de impacto por produto e estudo da estrutura produtiva das culturas agrícolas selecionadas para o Estado do Rio Grande do Sul.

Para obter o modelo da matriz do Rio Grande do Sul setor por setor é necessário multiplicar a equação de equilíbrio (28) pela matriz de *market share* D em ambos os lados:

$$Dq = D(Bx + e) \quad (33)$$

Utiliza-se (32.2) e Dq é substituído por x na expressão acima:

$$x = DBx + De \quad (33.1)$$

$$x(I - DB) = De \quad (33.2)$$

$$x = (I - DB)^{-1} * De \quad (33.3)$$

A expressão (33.3) é o modelo adotado pela FEE na matriz insumo-produto para o Rio Grande do Sul. Este modelo conecta a produção do setor à demanda dos produtos e demonstra esta relação em uma matriz quadrada setor por setor. Na literatura da análise insumo-produto este é o modelo *industry-by-industry with industry based technology* (PORSSE, 2007).

Ambos os modelos aqui apresentados com base na tecnologia por setor (ou indústria) são preferidos na literatura por não existir a possibilidade de ocorrer números negativos na matriz inversa de requerimentos totais pelo fato das matrizes B e D serem sempre positivas (UN, 1999; EUROSTAT, 2008).

Observações importantes merecem ser destacadas com relação à explicação efetuada e a construção empírica da matriz insumo-produto do Rio Grande do Sul. As *tabelas de recursos e usos - TRUs* são preenchidas com valores básicos de produção, isto significa que é descontado do preço de mercado as margens de comércio e transporte e os tributos incididos na produção (IPI, ICMS, entre outros). O valor deve tentar refletir o custo do produtor somente com a produção de seu produto (PORSSE, 2007).

Na matriz gaúcha os setores são representados por atividades econômicas classificadas de acordo com a *Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)* e os produtos primários e secundários de cada setor são valorados em cada uma das tabelas de acordo com critérios específicos de cada setor detalhados na metodologia da FEE na construção de cada matriz (PORSSE, 2007; SÁ, 2014a).

A matriz de uso calculada em U não faz distinção entre o consumo de insumos adquiridos no Rio Grande do Sul ou no mercado externo (o que no caso pode ser tanto outros Estados do Brasil ou outros países). Para conseguir obter os coeficientes técnicos regionais é necessária a obtenção dos coeficientes técnicos domésticos que são calculados pela FEE-RS através de metodologias próprias (PORSSE, 2002; SÁ, 2014a).

2.4 Análise insumo-produto

A análise insumo-produto toma como base o resultado da matriz inversa de Leontief para demonstrar as relações da estrutura produtiva de uma economia. A explanação aqui desenvolvida serve tanto para a matriz inversa do modelo básico obtido na seção 2.2, como através dos modelos obtidos através da abordagem *commodity-by-industry* demonstrados na seção 2.3.

O cálculo da matriz inversa serve para dois tipos de análise: a análise de previsão dado uma mudança na produção ou na demanda final e a análise de multiplicadores de impacto de um determinado produto, ou setor com relação à geração de valor adicionado, renda, produção, novos empregos na economia, entre outros.

Na previsão utiliza-se, a equação (6) ou algum modelo da abordagem *commodity-by-industry* para prever o efeito do aumento ou diminuição da produção de determinados setores ou produtos na demanda final. De forma análoga, pode-se também alterar o vetor de demanda final e observar a produção necessária para suportar esta nova demanda, considerando que a estrutura produtiva sintetizada pela matriz de Leontief se mantenha a mesma. A expressão abaixo nos dá a ideia de como funciona o mecanismo de previsão no modelo:

$$\Delta X = L_{ij} * \Delta Y \quad (34)$$

A expressão (34) também pode ser utilizada para efetuar a análise da estrutura produtiva de um setor quanto ao estímulo que gera em outros setores utilizados como insumos na sua produção e pode ser feito através de um choque exógeno na demanda final do setor em análise. Por exemplo, pode-se calcular o impacto do aumento da demanda final em 1 unidade somente do setor 2 em uma economia formada por 3 setores que interajam entre si através do seguinte cálculo:

$$\Delta X = L_{ij} * \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{12} \\ l_{22} \\ l_{32} \end{bmatrix}$$

Na expressão acima é observado que o cálculo resulta na própria coluna relacionada ao setor 2 na matriz de Leontief. Desta forma, para analisar o incentivo de um choque da demanda exógena em um único produto com relação à produção dos outros setores constituintes do modelo pode-se observar apenas a coluna do setor em análise na matriz inversa de Leontief estimada. Outra interpretação dos valores das colunas é que representam os impactos para trás de determinado setor na economia (MILLER; BLAIR, 2009).

Os multiplicadores de impacto são utilizados para mostrar o efeito que determinado setor ou produto impacta em variáveis econômicas como produção, renda, geração de empregos e valor adicionado na economia. Os multiplicadores insumo-produto têm como característica principal o seu maior nível de desagregação, sendo capazes de reconhecer que o impacto total sobre as variáveis econômicas mencionadas acima varia de acordo com o setor ou produto dependendo do modelo a ser utilizado.

Juntamente com a classificação relativa ao impacto econômico, os multiplicadores podem ser separados em modelos que tratam o consumo das famílias de forma endógena e outros que consideram o consumo de maneira exógena.

No consumo, quando tratado de forma endógena, a coluna das famílias sai do vetor demanda final e é inserida na matriz estrutural como se fosse um novo setor produtivo, e portanto, também possui um coeficiente técnico específico, o produto da "atividade" consumo das famílias é a sua força de trabalho quantificado pela sua remuneração e os seus "insumos" à produção seriam os gastos em bens dentro da economia dependentes dos seus salários. Desta forma, a propensão a consumir é também uma função linear. Este tipo de modelo é conhecido como modelo fechado insumo-produto (SÁ, 2014b).

Ao se endogeneizar o consumo das famílias, será necessário alterar a matriz de usos, adicionando uma coluna na matriz dos consumos intermediários contendo o consumo das famílias com cada produto e uma linha do mesmo setor preenchida com as remunerações recebidas (valor adicionado) de cada setor. Na matriz de recursos adiciona-se a coluna consumo das famílias entre os setores produtivos e a linha referente a remuneração das famílias é preenchida por zeros menos na oferta total a preço básico, oferta total a preço corrente e no consumo das famílias as quais são alocadas a remuneração total da economia pelas famílias (PORSSE, 2002; SÁ, 2014b).

Estes procedimentos resultam segundo Sá (2014b) em tabelas de coeficientes técnicos B e de *market share* D alteradas com uma linha e uma coluna adicional. A tabela de coeficientes técnicos é alterada para a forma $B_{end} = \begin{bmatrix} B & c \\ w & 0 \end{bmatrix}$, na qual o vetor c representa a propensão a consumir das famílias por produto e o vetor w é representado pelos gastos das famílias com relação à produção de cada setor. A matriz de *market share* com famílias endógenas tem a forma $D_{end} = \begin{bmatrix} D & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, neste caso a linha $(i+1)$ e a coluna $(j+1)$ possuem o valor 1 pelo fato de somente as famílias produzirem o seu "produto" trabalho na economia.

Já quando o consumo é exógeno, o modelo assume a mesma forma como vem sendo tratado desde a explicação do modelo insumo-produto da seção 2.1, isto é, o consumo das famílias é parte integrante do vetor demanda final.

Neste trabalho, são utilizados os dois tipos de multiplicadores. Os multiplicadores que utilizam o consumo das famílias de maneira endógena são também conhecidos como "Tipo II" e captam os efeitos diretos, indiretos e induzidos necessários para satisfazer a variação de

uma unidade monetária a mais na demanda final. O efeito induzido é gerado pelas famílias através do pagamento do seu trabalho e dos seus gastos entre os diversos setores da economia.

O multiplicador da produção de um setor é definido como o valor total da produção que é necessário para satisfazer uma unidade monetária a mais na demanda final da economia. Este multiplicador é basicamente a soma da coluna da matriz inversa de Leontief (PORSSE, 2007).

O multiplicador da produção do Tipo I mede os efeitos diretos e indiretos da variação de uma unidade monetária da demanda final da economia na produção do setor. O multiplicador da produção do Tipo I é calculado através da multiplicação da transposta do vetor-linha i pela matriz inversa de Leontief sem a presença do consumo das famílias endogeneizado. Em notação matricial:

$$MP^I = i' * L_{ij} \quad (35)$$

O multiplicador da produção do Tipo II é calculado através da multiplicação da transposta do vetor-linha i pela matriz inversa de Leontief com consumo endógeno (L_{ij}^E). Em notação matricial:

$$MP^{II} = i' * L_{ij}^E \quad (36)$$

De uma maneira geral, este multiplicador serve para verificar o quão diversificado é a produção do setor, isto é, o quão horizontal é a produção de determinado setor ou produto com relação a necessidade de insumos de outros setores da economia (RICHARDSON, 1978).

Para calcular o efeito total do multiplicador de produção, podemos calcular somente o multiplicador do Tipo II (MILLER, BLAIR, 2009; SÁ; 2014b). No entanto, para decompor a análise de impacto é necessário fazer algumas operações demonstradas no quadro abaixo:

Quadro 5 - Decomposição da análise de impacto da produção

Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Direto e Indireto (2)	Efeito Induzido (3)	Efeito Total
1	$MP^I - 1$	MP^I	$MP^{II} - MP^I$	(2) + (3)

Fonte: Sá (2014b) e adaptação do autor (2015).

O efeito direto é 1 pelo fato de o setor j precisar aumentar no mínimo em 1 a sua produção para suprir um aumento na sua demanda final unitária. É desta forma que as interligações intraindustriais l_{ij} representadas pela diagonal principal da matriz de Leontief são maiores que 1 (SÁ, 2014b).

O multiplicador do valor adicionado de um setor ou produto é definido como a quantidade total de valor adicionado gerado ao satisfazer uma unidade monetária a mais na demanda final da economia. O multiplicador do valor adicionado do Tipo I (fruto do modelo aberto) mostra o quanto o efeito do valor adicionado inicial é aumentado através dos efeitos direto e indireto. Em notação matricial:

$$MVA^I = p_i' * L_{ij} \quad (37)$$

O multiplicador do valor adicionado é o produto entre a transposta do vetor-coluna dos coeficientes técnicos do valor adicionado p_i e a matriz inversa de Leontief L_{ij} . O vetor de coeficientes técnico do valor adicionado é definido como:

$$p_i = \begin{bmatrix} \frac{va_1}{x_1} \\ \vdots \\ \frac{va_n}{x_n} \end{bmatrix} \quad (38)$$

O vetor p_i é interpretado como um vetor valor adicionado-produto. Pode-se computar este vetor obtendo as informações da publicação oficial da Matriz insumo-produto do Rio Grande do Sul com relação ao valor adicionado por setor ou por cada um dos produtos e dividir pela produção total de determinado setor ou produto. O tamanho deste vetor dependerá do tipo de modelo insumo-produto utilizado, bem como o tamanho da matriz inversa de Leontief obtida (PORSSE; 2002, 2007; SÁ, 2014b).

O multiplicador da renda do Tipo II (proveniente do modelo fechado) mostra o quanto o efeito inicial é aumentado através dos efeitos direto, indireto e induzido. A principal diferença com relação ao multiplicador do modelo aberto é a capacidade de mostrar o aumento de valor adicionado gerado pelo aumento na demanda de uma unidade monetária induzido pelos gastos das famílias e sua interação com as indústrias da economia. Em notação matricial:

$$MVA^{II} = p_i' * L_{ij}^E \quad (37)$$

O multiplicador de emprego segue a mesma construção dos multiplicadores do valor adicionado. A diferença é que ao invés de se utilizar o vetor valor adicionado-produto utilizar-se-á o número de pessoal ocupado por produto ou por setor para o multiplicador de emprego dependendo do modelo insumo-produto utilizado (PORSSE, 2002).

No entanto, a decomposição dos multiplicadores de valor adicionado e emprego são efetuados de maneira distinta ao da produção. O efeito direto é obtido do vetor de coeficientes técnicos do vetor valor adicionado-produto. Desta forma, a decomposição da análise destes multiplicadores segue o seguinte procedimento:

Quadro 6 - Decomposição da análise de impacto do valor adicionado

Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Direto e Indireto (2)	Efeito Induzido (3)	Efeito Total
p_i	$MVA^I - p_i$	MVA^I	$MVA^{II} - MVA^I$	(2) + (3)

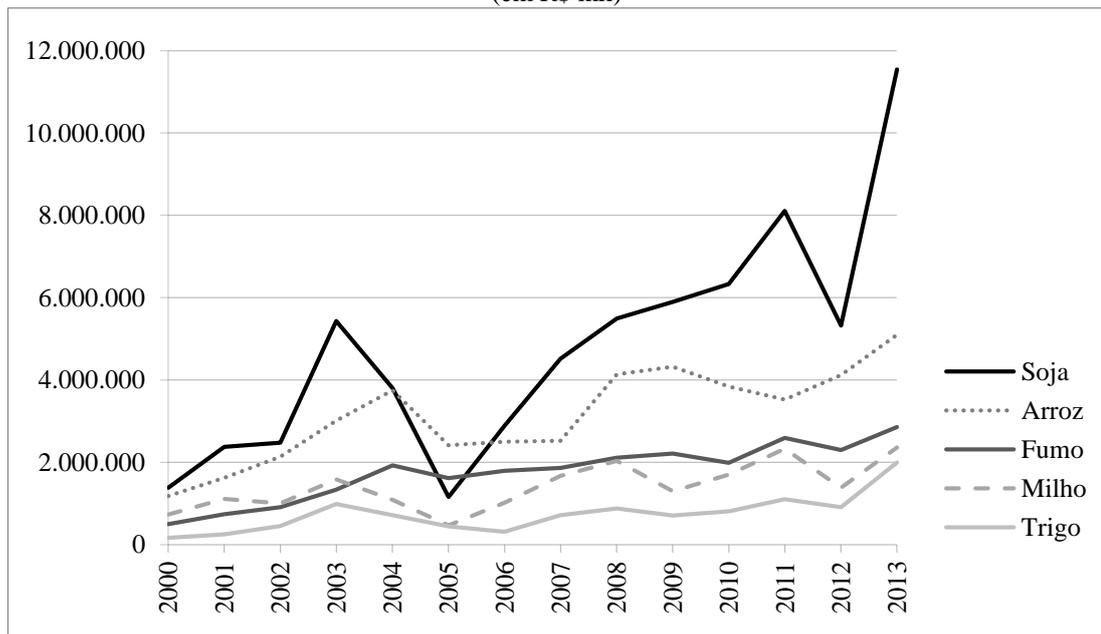
Fonte: Elaboração do autor (2015).

Neste trabalho será feita a decomposição dos multiplicadores de impacto por produto para a produção, valor adicionado e emprego no capítulo 4 buscando as principais características das culturas no contexto da análise insumo-produto para a economia do Estado do Rio Grande do Sul. Além do computo destes multiplicadores de impacto será estudada a análise da estrutura produtiva através das colunas da matriz inversa estimada visando demonstrar os principais produtos utilizados como insumo produção dos produtos advindos das culturas de soja, arroz e milho.

3 ANÁLISE DAS CULTURAS SELECIONADAS

Neste capítulo do trabalho, será caracterizado o estado do Rio Grande do Sul na produção das culturas de Soja, Milho e Arroz, juntamente com seus produtos derivados. Estas três culturas estão entre as quatro principais culturas do Estado por valor bruto de produção de acordo com o FEEDados (2015) e como pode ser demonstrado graficamente abaixo:

Gráfico 1 - Valor Bruto de Produção das principais culturas agrícolas do Rio Grande do Sul de 2000 à 2013 (em R\$ mil)



Fonte: FEEDados (2015).

Estes dados demonstram a importância da cultura na sua forma mais básica, sendo fruto direto da colheita, porém cabe observar que há outros produtos derivados do seu cultivo que recebem um maior grau de intensificação tecnológica e demandam maior interligação no uso de outros produtos da economia até o seu beneficiamento final, gerando um importante efeito multiplicador para a economia.

Cada uma destas culturas possui uma importância relativa para o Rio Grande do Sul devido às suas características próprias. A soja possui grande relevância no que tange à balança comercial do Estado, sendo grande fonte de divisas principalmente nos últimos anos, além disto possui produtos da sua cadeia produtiva ainda pouco explorados e que podem gerar bons números para a economia (BRASIL; 2015a, 2015b). O milho possui importância fundamental pelo fato de ser insumo para diversas outras atividades agropecuárias no Estado, sendo que possui papel relevante nas exportações gaúchas (MIRANDA et al., 2014; BRASIL, 2015a, 2015b). O arroz é uma cultura muito importante para a formação da cesta de consumo do

brasileiro e, portanto, alvo de intensas políticas públicas pelos governos em nível nacional e estadual de estímulo à produção dado a sua importância no mercado doméstico (SOUZA, 2014).

Expostos estes argumentos conclui-se que o estudo das principais características destas três culturas é válido e importante para a posterior construção do modelo insumo-produto e análise dos seus multiplicadores de impacto por produtos relacionados a estas culturas agrícolas.

O estudo a seguir fora efetuado através da utilização de ampla base de dados visando a estabelecer as principais características produtivas e sua importância com relação à economia do Rio Grande do Sul. Neste sentido, fora necessário a utilização de dados de associações agrícolas relacionadas a cada uma das culturas três culturas selecionadas e seus produtos derivados, visando a obter o maior nível de desagregação possível no intuito de uma contextualização para a posterior aplicação do modelo de equilíbrio geral insumo-produto.

As principais fontes utilizadas foram o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul (FEE), a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) e *United States Department of Agriculture* (USDA). Dentre as instituições relacionadas diretamente com as culturas pesquisadas, destaca-se o uso de dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) com relação à soja, dados do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) para a cultura orizícola e dados da Associação Brasileira das Indústrias do Milho (ABIMILHO).

As informações relativas ao manejo adequado das culturas e dados agronômicos com relação à produção foram obtidos com documentos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Os dados do comércio exterior relativo aos produtos básicos destas culturas e seus derivados provenientes do beneficiamento industrial foram compilados através do Sistema Aliceweb vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Nas pesquisas feitas no Sistema Aliceweb (BRASIL, 2015b), utilizou-se a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) de 8 dígitos para o período entre 2000 e 2014. No entanto, é necessária a observação metodológica de que houve revisão na classificação da NCM em janeiro de 2007 e janeiro de 2012, segundo a nota da FEE (2015). Estas alterações, visando a incorporar novas mercadorias envolvidas no comércio internacional, acabam gerando transtorno para a comparação da evolução do fluxo de comércio internacional. Para

ser possível a construção dos índices da FEE relativos às exportações, foram utilizados os Grupos Mínimos de Comparação (GMC) que contêm um grupo menor de mercadorias agregadas que o NCM de 8 dígitos e foram usadas três bases distintas para ser realizada a comparação. Não há este dado no nível de desagregação proposto por este trabalho e não houve acesso aos GMC. Apesar desta questão metodológica, decidiu-se manter os dados já escassos relativos ao comércio internacional e salientou-se em notas de rodapé quando os dados se mostraram excessivamente discrepantes, devido à mudança de base da NCM.

3.1 Soja

A soja surgiu originalmente na China como uma espécie de planta rasteira da costa leste da Ásia. Cruzamentos naturais com outras espécies e os melhoramentos efetuados na sua domesticação fizeram com que tivesse importante papel na dieta alimentar dos chineses. A oleaginosa passaria a ser explorada comercialmente primeiro como forrageira e posteriormente como grão pelos Estados Unidos no início do século vinte. (EMBRAPA, 2004).

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com uma participação de 30,62% de toda a soja produzida, ficando atrás somente dos Estados Unidos. Pela tabela abaixo, é possível observar que Estados Unidos, Brasil e Argentina são responsáveis por mais de 80% de toda a produção da commodity.

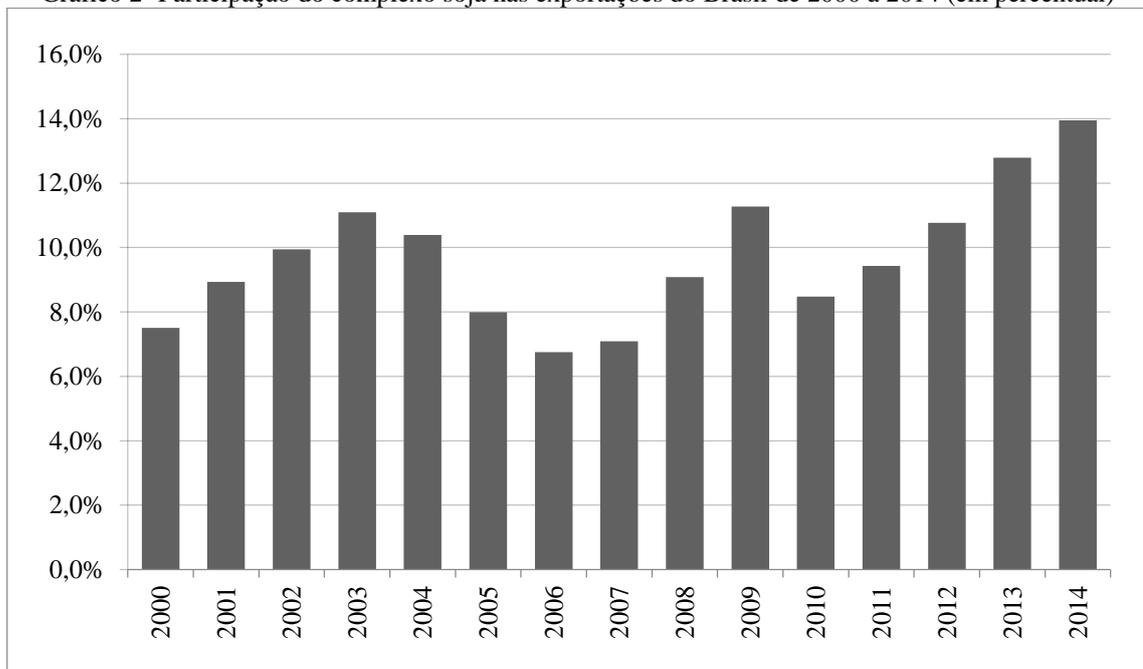
Tabela 1 - Produção mundial de soja em grão entre 2012 e 2014

País	Produção (em mil toneladas)			Participação na produção mundial em 2014 (em percentual)
	2012	2013	2014	
Estados Unidos	84.190	82.790	91.390	32,28
Brasil	66.500	82.000	86.700	30,62
Argentina	40.100	49.300	53.500	18,89
China	14.490	13.050	12.200	4,31
Índia	11.000	11.500	9.500	3,36
Paraguai	4.040	8.200	8.190	2,89
Canadá	4.300	5.090	5.360	1,89
Uruguai	2.730	3.650	3.300	1,17
Demais países	11.810	12.480	13.010	4,59
Mundo	239.160	268.060	283.150	100,00

Fonte: USDA (2015) e elaboração do autor (2015).

A soja é atualmente a matéria-prima para o denominado complexo soja que envolve a soja em grão, o farelo de soja e o óleo de soja. Este complexo vem aumentando sua importância na pauta de exportações brasileiras na última década como mostra o gráfico a seguir.

Gráfico 2- Participação do complexo soja nas exportações do Brasil de 2000 à 2014 (em percentual)

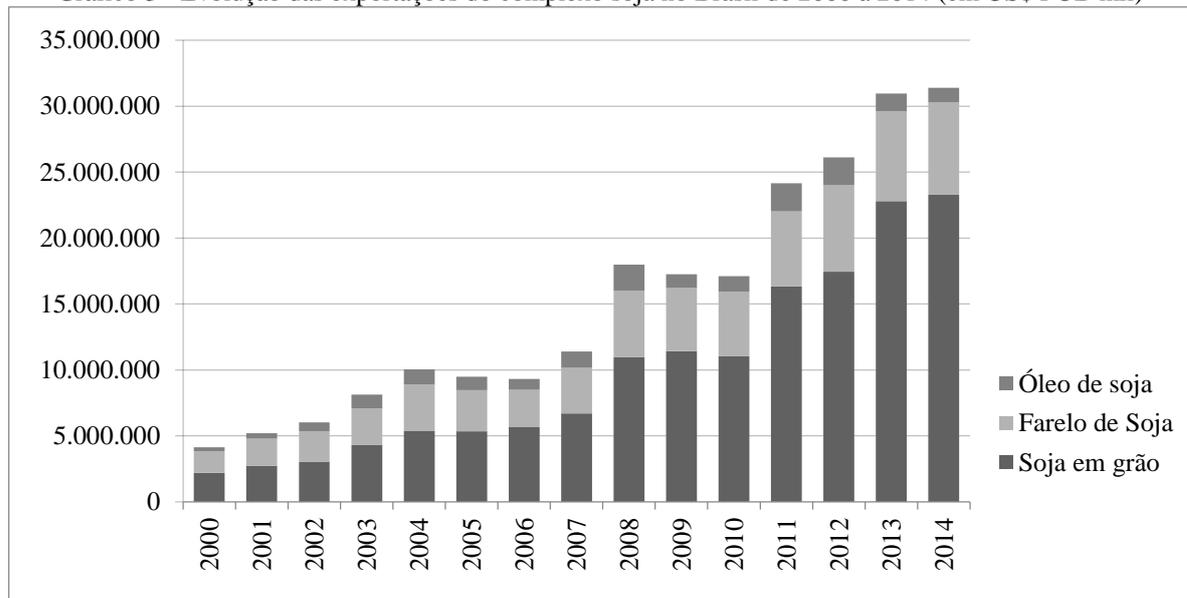


Fonte: Dados primários da ABIOVE (2015) e BRASIL (2015b) e elaborado pelo autor (2015).

O grão de soja é o líder das exportações do complexo no Brasil, seguido pelo farelo e por último pelo óleo de soja (ABIOVE; 2015; BRASIL, 2015b). Segundo Pinazza (2007a), esta expansão na exportação ganhou força após a implementação da Lei Kandir de 1996 que isenta a tributação sobre a exportação de soja. Esta questão tributária fez com que fosse mais vantajoso exportar soja em grão diretamente ao invés de processar a matéria-prima no Brasil.

Outro argumento apontado pelo autor é a maior demanda da Ásia que acabou ocupando o lugar da Europa no que tange aos principais destinos da exportação.

Gráfico 3 - Evolução das exportações do complexo soja no Brasil de 2000 à 2014 (em US\$ FOB mil)



Fonte: ABIOVE (2015), BRASIL(2015b) e elaborado pelo autor(2015).

Ainda segundo Pinazza (2007a), o Brasil vem adotando uma estratégia competitiva na exportação baseada na liderança em custos no caso da matéria-prima sem a implementação de programas que privilegiam os produtos industrializados derivados da Soja. Esta constatação continua válida e cada vez mais clara ao observarmos a evolução das exportações do complexo soja no Brasil.

A soja em grão é considerada uma das principais commodities mundiais sendo integrada à Chicago Board of Trade (CBOT) e exigindo padrões internacionais de qualidade do produto a ser comercializado. Os contratos do mercado futuro originalmente funcionam como um seguro com relação aos preços para o produtor e ao mesmo tempo permitem uma melhor perspectiva com relação à venda da produção (SANTOS, 2003).

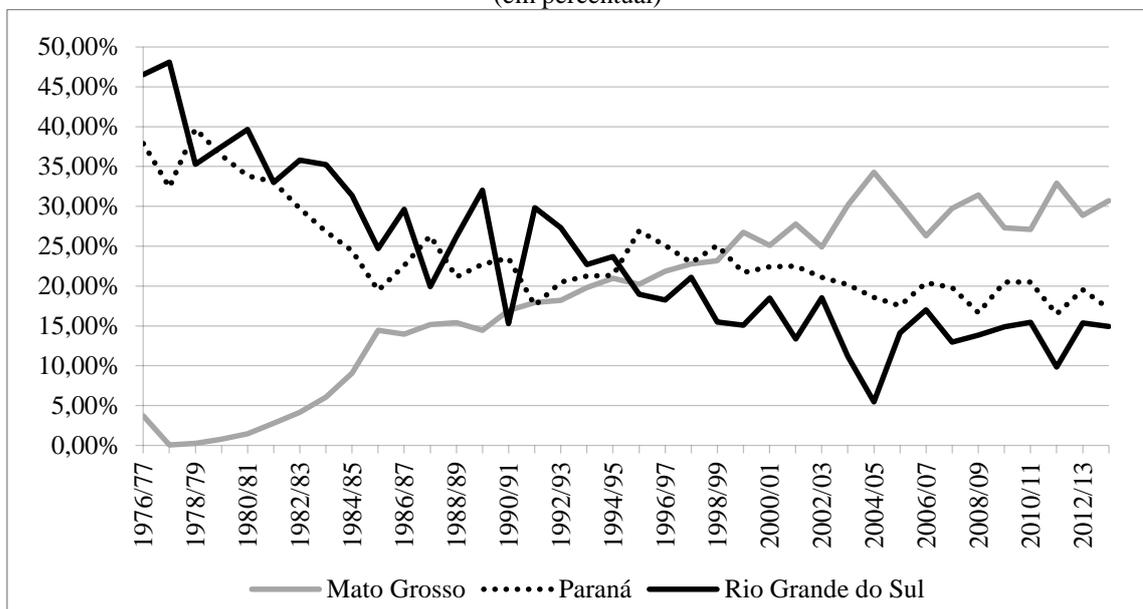
A influência dos preços internacionais no preço doméstico da soja é estudada por Santos (2003), que enfatiza a existência de uma relação entre os dois preços. No entanto, através de entrevistas com produtores, técnicos e empresários rurais, o autor conclui que o preço no mercado futuro da CBOT é alvo de maior atenção por parte dos dois últimos. Segundo o mesmo autor, os pequenos produtores acabam ficando à margem das negociações através da bolsa de valores, devido à falta de conhecimento e pela exigência de grandes volumes de produção para a formação de um contrato futuro.

3.1.1 Histórico do Cultivo de Soja no Rio Grande do Sul

A primeira lavoura de Soja no Brasil ocorreu em Santa Maria em 1914. Porém somente na década de sessenta é que a cultura se tornou realmente importante para o Rio Grande do Sul. Entre os principais aspectos que fizeram o Rio Grande do Sul ser o Estado pioneiro no seu cultivo e expansão está a semelhança do clima subtropical gaúcho com o clima do sul dos Estados Unidos, local de origem das sementes de soja. O incentivo fiscal dado ao trigo pelo governo federal acaba também ajudando a soja, pois os agricultores plantavam trigo no inverno e aproveitavam a mesma terra e máquinas adquiridas para plantar soja no verão (EMBRAPA, 2004).

As décadas de sessenta e setenta apresentam a preponderância da região Sul na produção de grãos de Soja no Brasil, até o fim da década de oitenta, quando começa o declínio na participação relativa e o aumento da produção no Centro-Oeste, especificamente no Estado de Mato Grosso (EMBRAPA, 2004).

Gráfico 4 - Evolução da participação na produção de soja em grão no Brasil entre as safras 1976/77 e 2012/13 (em percentual)

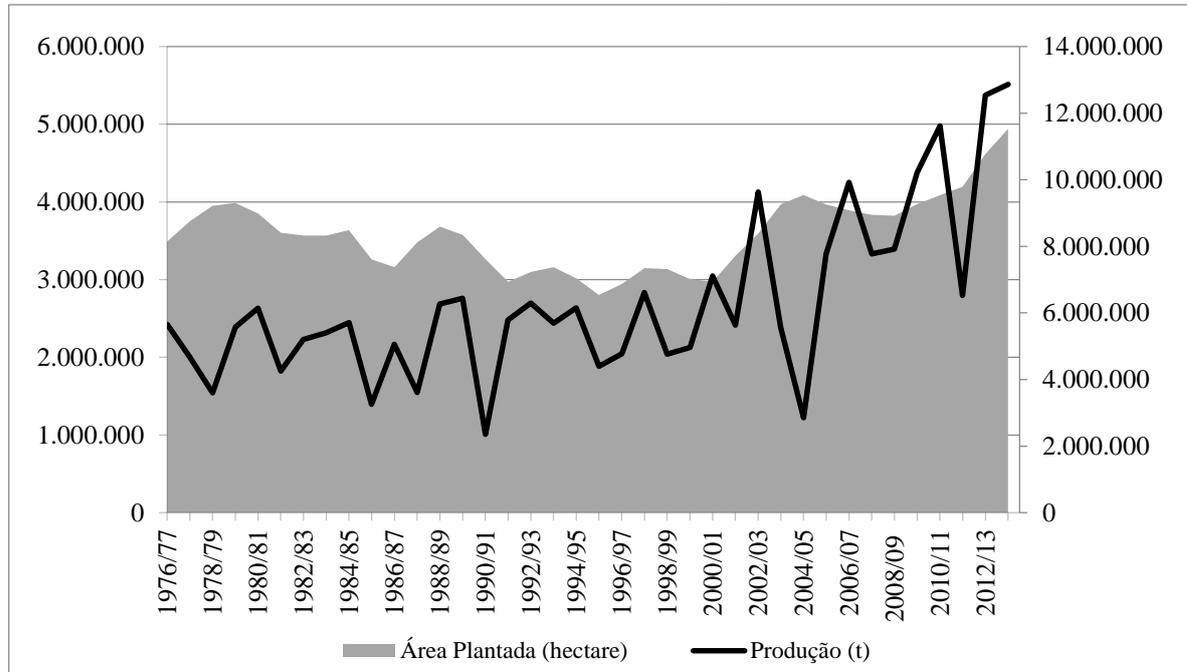


Fonte: Dados primários da produção pela CONAB (2015b) e elaboração do autor (2015).

O gráfico 4 engloba os três principais Estados brasileiros na produção de soja. Pode-se perceber o declínio da importância do Rio Grande do Sul com o avanço da produção no Mato Grosso. O Rio Grande do Sul possuía participação de 39% da produção no fim da década de setenta até declinar para uma média de 16% de participação, sendo ultrapassado pelo Paraná e

Mato Grosso na metade da década de noventa. Atualmente, o Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor de Soja do Brasil.

Gráfico 5 - Evolução da produção (em t) e área plantada (em hectare) de soja no Rio Grande do Sul entre as safras 1976/77 e 2012/13



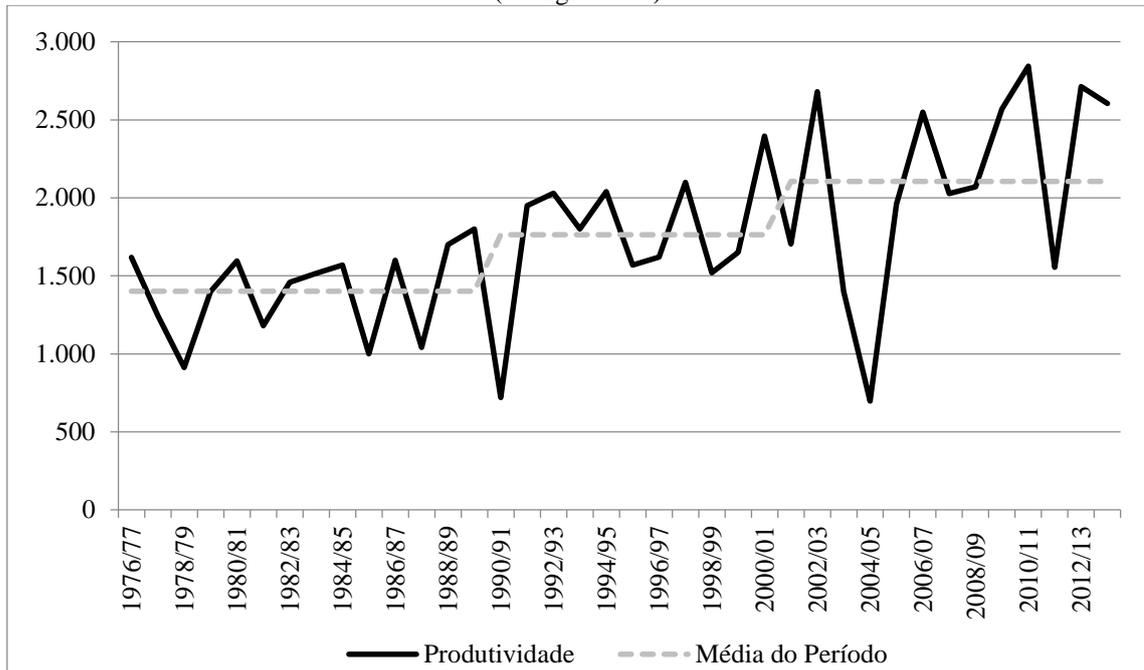
Fonte: Dados primários da CONAB (2015b) e elaboração do autor (2015).

O gráfico 5 expõe a evolução da área plantada da cultura no eixo da esquerda e sua produção no Estado no eixo da direita. Com relação à área plantada de Soja no Rio Grande do Sul, destaca-se a queda durante a década de oitenta com uma leve retomada nas safras de 1987/88 e 1988/89, porém a área plantada volta a ficar estagnada em aproximadamente 3 milhões de hectares até a virada do século, quando a maior demanda chinesa pela commodity faz com que a área aumente, ocupando o espaço do milho e rompendo a barreira dos 4 milhões de hectares em 2011.

A produção no período entre 1976 e 2013 se caracteriza por grande variância. Dentre o final da década de setenta até o início dos anos 2000, a produção não obteve avanços significativos. É nos últimos quinze anos que a produção da oleaginosa dá maior salto de produção, ultrapassando as 10 milhões de toneladas em 2002 e 12 milhões de toneladas em 2013.

É possível observar também a ocorrência de quebras de safras significativas para os anos de 1991, 2005 e 2012, quando ocorreu a expansão da área plantada com a redução da produção.

Gráfico 6 - Produtividade média da soja no Rio Grande do Sul entre as safras de 1976/77 e 2012/13 (em kg/hectare)



Fonte: Dados primários pela CONAB (2015b) e elaboração do autor (2015).

Os ganhos em produtividade ao longo do período são demonstrados no gráfico 6. No período compreendido entre 1976 e 1989, a média da produtividade de 1.406 kg por hectare, no período seguinte, entre 1990 e 2000, a média fica em 1.700 kg por hectare e, por fim, nos últimos treze anos, a média da produtividade foi de 2.127 kg por hectare. Um fato interessante observado é que a elevação da produtividade na década de noventa compensou de certa forma a diminuição da área plantada.

3.1.2 Produção de soja em grão no Rio Grande do Sul

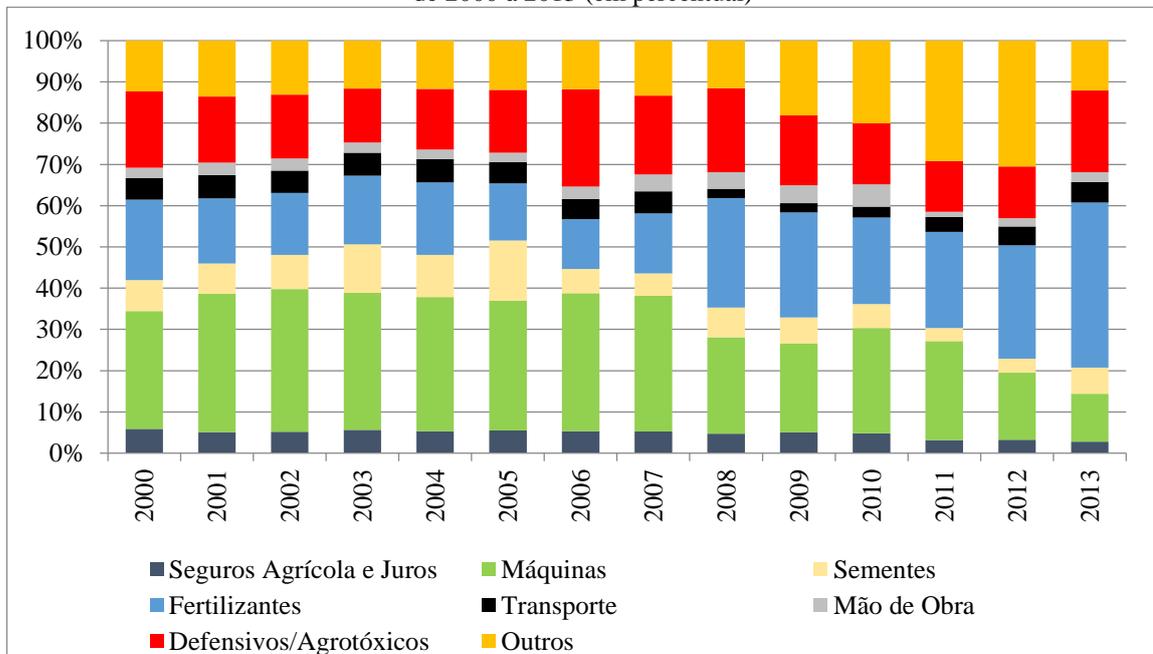
Segundo Luz (2014), a soja é a commodity agrícola que melhor adere aos preços internacionais ditados pela Bolsa de Chicago. O mesmo autor enfatiza ainda que o preço ao produtor costuma ser o preço em bolsa menos o custo logístico do produtor para transportar o grão ao porto.

Neste trabalho é enfatizada a estrutura produtiva da empresa rural devido à maior disponibilidade de dados para o estudo dos principais insumos envolvidos na produção. Para analisar a estrutura produtiva da lavoura de soja, é necessário verificar os custos operacionais da produção que devem ser reduzidos para a maior margem de lucro do produtor (LUZ, 2014, p.44). Este custo é composto pelas despesas da lavoura, despesas da pós-colheita, despesas com os juros do financiamento, depreciações e outros custos fixos.

Para efetuar o estudo da participação dos principais insumos na lavoura de soja, foram analisados ano a ano os custos de produção estimados pela CONAB (2015c) e escolhida a lavoura representativa de acordo com a produtividade média do Rio Grande do Sul por ano obtido no gráfico 6. A mensuração das principais despesas que compõem os custos operacionais da lavoura de soja em reais por hectare entre 2000 e 2013 encontra-se no apêndice A.

O gasto com máquinas é composto das rubricas operações com máquinas, aluguel de máquinas, depreciação de máquinas e manutenção periódica de máquinas. O gasto com mão-de-obra é composto pela mão-de-obra temporária e mão-de-obra fixa. O gráfico abaixo expressa a evolução da participação dos insumos da lavoura no custo operacional total.

Gráfico 7 - Participação dos principais insumos nos custos operacionais da lavoura de soja no Rio Grande do Sul de 2000 à 2013 (em percentual)



Fonte: Dados primários pela CONAB (2015c) e elaboração do autor (2015).

Os principais insumos utilizados na produção de soja são as máquinas, fertilizantes e os defensivos agrícolas. Ao longo do tempo é possível observar o aumento da participação dos fertilizantes. Segundo Luz (2014), a fertilização no Brasil é feita majoritariamente à base de Fósforo e Potássio. O gasto com máquinas obteve uma queda na participação, representava 28,51% do custo operacional em 2000 e passa a representar 10,87% em 2013.

Com base nestes dados é possível perceber uma interligação forte entre a plantação de soja e a extração de produtos químicos necessários como insumos juntamente com a ligação com a produção de máquinas agrícolas.

O comércio exterior da soja em grãos é pujante no Estado do Rio Grande do Sul. As exportações cresceram de forma acentuada após 2006, fazendo com que a commodity fosse a líder em exportações a partir de 2007. A tabela a seguir mostra a balança comercial do Estado com relação a soja em grão:

Tabela 2 - Balança comercial da soja em grão no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	1.400.858	264.817	0	0
2001	2.837.397	483.411	0	0
2002	1.794.447	347.483	0	0
2003	3.790.079	839.328	839	214
2004	2.198.247	630.501	0	0
2005	439.228	107.466	107	1.362
2006	3.278.279	738.189	738	196
2007	5.501.759	1.605.241	0	0
2008	3.515.961	1.617.542	0	0
2009	4.853.795	1.933.504	1.934	3.998
2010	4.683.862	1.781.526	1.782	15.193
2011	5.866.519	2.959.083	0	0
2012	3.585.648	1.974.091	1.974	64.105
2013	7.872.789	4.225.199	4.225	31.514
2014	7.698.506	3.985.548	3.986	44.611

Fonte: BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015).

O crescimento da importância da soja no Rio Grande do Sul está relacionado à maior demanda chinesa pelo grão. O valor das exportações para a China em dólares aumentou, fruto do aumento tanto do preço internacional da commodity, bem como da maior quantidade exportada em toneladas.

Tabela 3 - Exportação total de soja em grão do RS e seus principais destinos de 2000 à 2014 (em US\$ FOB mil)

Ano	Total exportado pelo RS	China	Sudeste Asiático	União Europeia
2000	264.817	155.375	12.053	51.458
2001	483.411	267.855	10.546	121.851
2002	347.483	240.677	21.165	30.491
2003	839.328	493.411	31.962	186.968
2004	630.501	343.984	116.104	45.706
2005	107.466	61.656	0	7.151
2006	738.189	414.595	16.455	89.192
2007	1.605.241	859.317	203.063	237.975
2008	1.617.542	945.294	104.231	345.995
2009	1.933.504	1.512.175	55.937	171.181
2010	1.781.526	1.463.104	45.134	128.798
2011	2.959.083	2.346.011	189.872	139.254
2012	1.974.091	1.710.702	66.081	34.529
2013	4.225.199	3.602.901	102.647	74.331
2014	3.985.548	3.599.390	118.956	67.309

Fonte: BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015).

Pela tabela 3 observa-se que a China era o destino de um pouco mais da metade de toda a exportação de soja em grão em 2006 e torna-se o destino de 90% da exportação da oleaginosa em 2014. Nesta tabela também é possível verificar o efeito negativo da quebra de safra em 2005, resultando em um reduzido valor exportado em comparação aos outros anos. A mudança de base da NCM não afetou a interpretação da dinâmica de alta das exportações da soja.

3.1.3 Produção de farelo e óleo de soja no Rio Grande do Sul

O processamento da soja em grão pelas usinas dá origem ao farelo de soja e ao óleo de soja. O processo de industrialização do grão é efetuado através de prensa mecânica (nas indústrias mais antigas) ou através de extratores com posterior uso de solvente orgânico e o objetivo principal do processo é a obtenção do óleo de soja bruto, o farelo de soja é considerado um resíduo do processamento (SOJA, 2015).

O farelo de soja é usado no mercado doméstico para ração de animais e é exportado para outros países com característica de commodity internacional e, portanto, possuem preço intimamente relacionado aos resultados da Bolsa de Chicago. Segundo Santos (2003), o farelo de soja pode ser considerado uma commodity pela dependência do mercado de carnes no seu uso como insumo e pela falta de diferenciação do farelo. Para Pinazza (2007a), a demanda de farelo de soja apresenta elevada relação com a produção de rebanho suíno.

O óleo de soja bruto é usado no mercado doméstico na produção de óleos de cozinha e diversos outros produtos de uso alimentar. É também utilizado na fabricação de biodiesel (APROSOJA BRASIL, 2015).

A localização das indústrias de processamento de soja é decidida em razão da rentabilidade esperada do negócio, do destino do produto final entre mercado doméstico ou exportação, da disponibilidade de matéria-prima e da localização com relação à logística necessária (PINAZZA, 2007a, p.72).

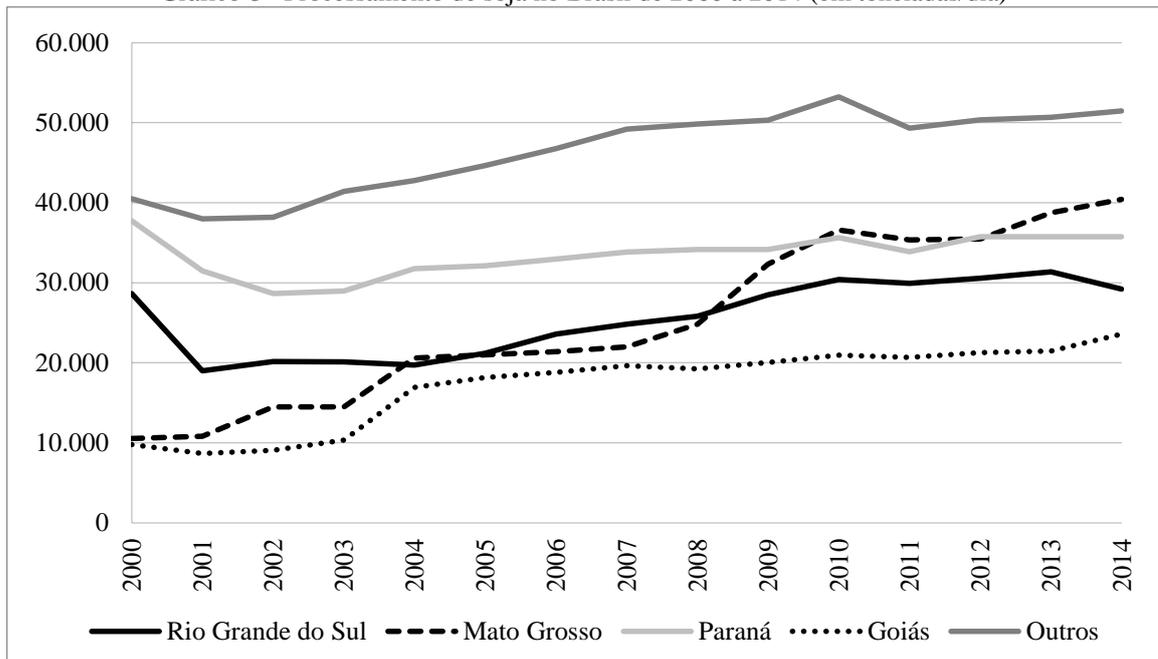
A análise de custos operacionais efetuada na lavoura de soja não pôde ser realizada no caso das indústrias de beneficiamento de soja por falta de dados disponíveis e pela diversificação de padrões de organização produtiva envolvidos no processo produtivo.

Em decorrência dos níveis diferenciados de integração vertical e de diversificação para outros negócios, além do processamento de soja, as empresas da indústria de esmagamento, refino e derivados apresentam padrões de organização e conduta bastante heterogêneos. (PINAZZA, 2007a, p.17)

Os dados da capacidade de processamento de soja no Rio Grande do Sul englobam a produção de farelo e óleo de soja bruto e foram obtidos através da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) que acompanha anualmente a produção deste segmento no Brasil.

Os maiores Estados processadores de soja são Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás. O Rio Grande do Sul passou de terceiro maior processador da oleaginosa para a quarta posição. O Estado vem aumentando a sua capacidade processadora desde 2006 com uma pequena queda em 2014. O estado de Mato Grosso vem crescendo de forma acentuada se tornando o maior estado processador do país. Esta evolução está de acordo com o maior protagonismo na produção de soja deste Estado na última década e é demonstrada no gráfico 8 abaixo.

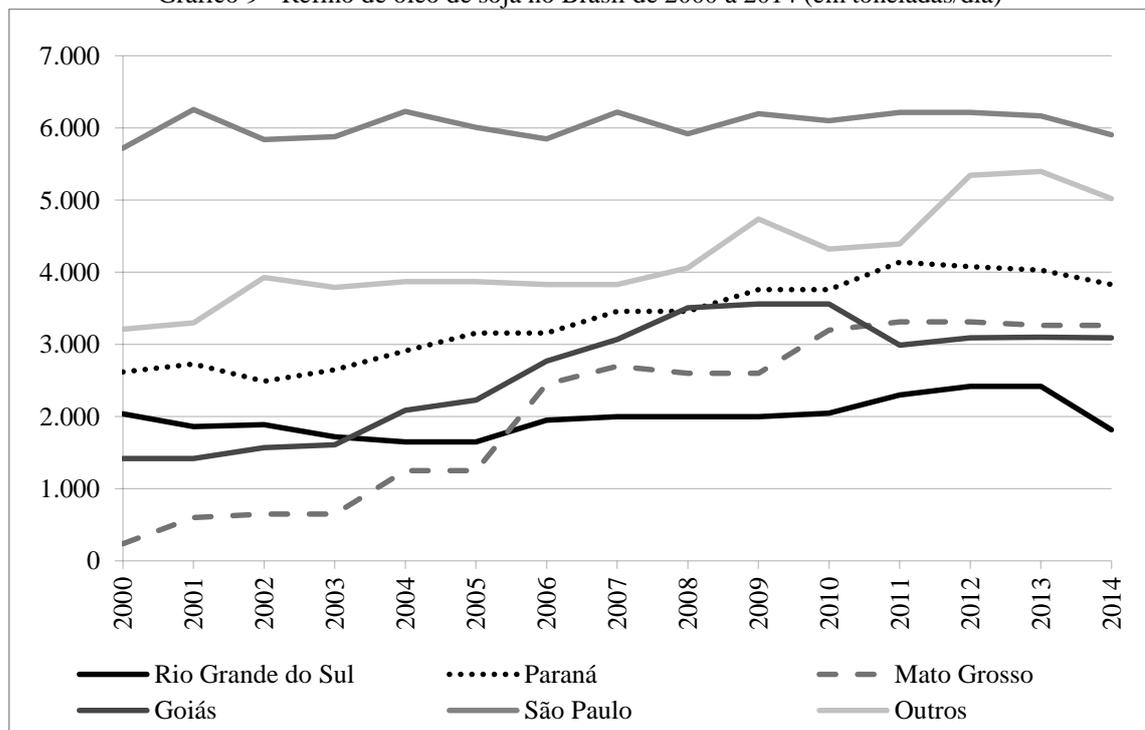
Gráfico 8 - Processamento de soja no Brasil de 2000 à 2014 (em toneladas/dia)



Fonte: Dados primários da ABIOVE (2015) e elaboração do autor (2015).

O refino tem como produto final após os processos químicos de neutralização, clarificação e desodorização, o óleo de soja refinado (SOJA, 2015). Este tipo de óleo é um dos mais utilizados pelo consumo humano no cotidiano. A evolução da capacidade de refino de óleo de soja no Brasil entre 2000 e 2014 é demonstrada a seguir no gráfico 9.

Gráfico 9 - Refino de óleo de soja no Brasil de 2000 à 2014 (em toneladas/dia)



Fonte: Dados primários da ABIOVE (2015) e elaboração do autor (2015).

O Estado de São Paulo refina a maior quantidade de óleo de soja no Brasil. Este fato é curioso porque o Estado não é um grande produtor de soja como matéria-prima, porém demonstra uma interessante capacidade de sua indústria de transformação. Os Estados do Paraná e Mato Grosso apresentaram aumento significativo da capacidade de refino, enquanto o Rio Grande do Sul teve poucos avanços neste processo industrial, inclusive havendo uma queda da capacidade instalada significativa em 2014. O gráfico a seguir busca ilustrar esta dinâmica da capacidade de refino do óleo de soja entre os Estados brasileiros.

O comércio exterior dos produtos derivados da soja em grão apresentam resultados expressivos para o Rio Grande do Sul. O farelo de soja está incluído pela Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) no item bagaços e outros resíduos sólidos, da extração do óleo de soja. A tabela 4 mostra a evolução do comércio exterior do bagaço de soja para o Rio Grande do Sul.

Tabela 4 - Balança comercial de bagaços e outros resíduos sólidos, da extração do óleo de soja do Rio Grande do Sul de 2000 à 2014.

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	1.149.421	200.487	0	0
2001	1.722.316	304.593	0	0
2002	1.860.169	327.457	0	0
2003	1.824.387	353.082	0	0
2004	1.718.584	397.208	0	0
2005	1.445.943	284.326	284	19
2006	1.719.873	330.932	0	0
2007	1.987.604	466.970	0	0
2008	1.968.530	680.784	0	0
2009	1.844.702	679.672	0	0
2010	2.504.295	834.100	0	0
2011	3.114.096	1.177.323	0	0
2012	2.622.497	1.152.752	0	0
2013	2.526.132	1.201.997	0	0
2014	2.443.568	1.157.888	0	0

Fonte: BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015).

Da mesma forma que a soja em grão, o farelo de soja também obteve um aumento nas suas exportações tanto em volume exportado em toneladas como em valor de divisas recebidas.

O óleo de soja bruto, um produto mais elaborado do ponto de vista industrial e com maior valor por quantidade exportada dobrou a quantidade exportada entre 2001 e 2014. A

tabela abaixo demonstra a série do fluxo de comércio internacional do óleo de soja bruto produzido no Rio Grande do Sul.

Tabela 5 - Balança comercial do óleo de soja bruto no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014

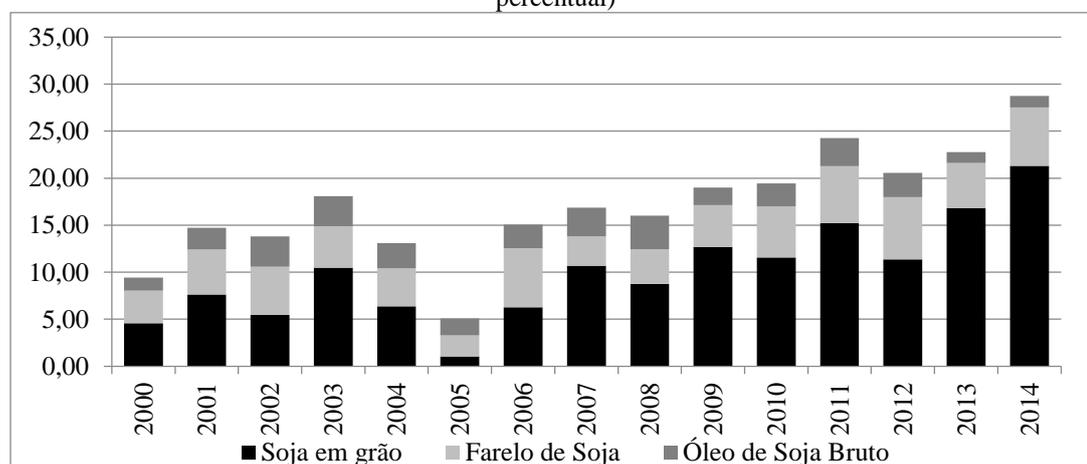
Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	240.976	79.579	0	0
2001	486.089	145.942	0	0
2002	508.489	204.674	0	0
2003	519.311	255.856	0	0
2004	490.931	266.691	0	0
2005	405.201	186.770	0	0
2006	602.800	295.705	0	0
2007	634.367	458.332	0	0
2008	614.080	661.578	0	0
2009	382.471	283.240	283	99
2010	439.015	377.847	0	0
2011	484.791	576.074	0	0
2012	384.590	447.081	0	0
2013	298.937	282.844	0	0
2014	272.010	230.554	0	0

Fonte: BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015).

O óleo de soja refinado não apresentou valores de comércio exterior robustos, ficando de fora desta análise.

Partindo das análises efetuadas com cada um dos produtos do complexo soja no Estado, pode-se obter a importância de todo o complexo na participação total das exportações gaúchas. O gráfico 10 mostra esta evolução.

Gráfico 10 - Participação do complexo soja nas exportações do Rio Grande do Sul de 2000 à 2014 (em percentual)



Fonte: BRASIL (2015b), BRASIL (2015a) e elaboração do autor (2015).

O complexo soja representou 28,74% das exportações do Rio Grande do Sul em 2014. Deste total, a soja em grão é responsável por 21,32%, o farelo de soja por 6,19% e o óleo de soja bruto por 1,23%. Estes dados vão de encontro ao perfil exportador da commodity do Brasil como um todo, no qual há a ênfase no comércio internacional do grão em detrimento dos produtos derivados da soja ao longo dos últimos anos.

3.2 Arroz

O arroz surgiu originalmente no sul da China há mais de 7 mil anos, foi levado à Europa pelos povos árabes e chegou ao Brasil devido à influência portuguesa na cultura nacional, principalmente nos hábitos alimentares. (TERRA...,2015)

O Brasil é atualmente o nono maior produtor de arroz do mundo, ficando atrás da China e outros países asiáticos, segundo dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), inseridos na tabela 6. A produção brasileira em 2013 representou 1,59% de toda a produção mundial em um mercado na qual quase 50% de toda a produção é proveniente da China e Índia.

Tabela 6 - Produção mundial de arroz em casca entre 2010 e 2013

País	Produção (em mil toneladas)				Participação na produção mundial em 2013 (em percentual)
	2010	2011	2012	2013	
China	197.212	202.667	205.985	205.207	27,70
Índia	143.963	157.900	157.800	159.200	21,49
Indonésia	66.469	65.757	69.056	71.280	9,62
Bangladesh	50.061	50.627	50.497	51.500	6,95
Vietnã	40.006	42.398	43.662	44.039	5,94
Tailândia	34.409	36.128	37.469	36.063	4,87
Mianmar	32.580	29.010	28.080	28.767	3,88
Filipinas	15.772	16.684	18.032	18.439	2,49
Brasil	11.236	13.477	11.550	11.783	1,59
Japão	10.604	10.500	10.654	10.758	1,45
Demais países	84.182	82.630	87.294	87.679	11,83
Mundo	701.975	722.719	734.906	740.903	100,00

Fonte: Dados primários da FAO (2015) e elaboração do autor.

A principal demanda pelo arroz brasileiro é o próprio consumo interno da população, como pode ser observado na tabela abaixo. O consumo interno representou no período entre

2011 e 2014 em média 80% do suprimento total do grão, chegando a representar 85% nas safras de 2013/14 e 2014/15.

Tabela 7 - Balanço entre oferta e demanda do arroz em casca no Brasil entre as safras 2010/11 e 2014/15 (em mil toneladas)

Safra	Oferta				Demanda		
	Estoque Inicial	Produção	Importação	Suprimento	Consumo Humano	Exportação	Estoque Final
2010/11	2.457	13.613	825	16.896	12.237	2.090	2.570
2011/12	2.570	11.600	1.068	15.237	11.657	1.455	2.125
2012/13	2.125	11.820	966	14.911	12.618	1.211	1.082
2013/14	1.082	12.122	807	14.011	12.000	1.188	822
2014/15	822	12.400	850	14.072	12.000	1.250	822

Fonte: Dados primários da CONAB (2015a) e adaptação do autor (2015).

O arroz faz parte da cesta básica de alimentos do brasileiro, definida pelo decreto Lei nº 399 de 1938 e válido até hoje (DIEESE, 2015). Desta forma, é caracterizado como um item importante para a segurança alimentar.

O Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), nos seus itens relacionados a alimentação é ponderado a partir dos resultados da Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009 (POF 2008-2009), que visa a mensurar as estruturas de consumo, dos gastos, dos rendimentos e parte da variação patrimonial das famílias. (IBGE, 2010; IBGE, 2013).

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008-2009), o brasileiro gasta em média 19,8% de seu orçamento com a alimentação, sendo que esta média é maior nas regiões Norte e Nordeste do país, bem como entre as famílias de menor nível de renda (IBGE, 2010). Na estrutura de ponderação elaborada pelo IBGE para o cálculo do Índice de Preços ao Consumidor Amplo no Brasil, o arroz recebe peso 0,6908. Dentro do grupo alimentação no domicílio, este valor somente é menor que o dos produtos Leite longa vida com peso de 0,8925 e Pão francês com ponderação de 1,0188 (IBGE, 2014). Desta forma, através de uma análise da metodologia utilizada no cálculo da inflação é possível demonstrar a importância do arroz inclusive para manutenção do nível de preços no Brasil.

A importância da lavoura orizícola para o país faz com que o governo federal utilize políticas públicas visando a defender o interesse do produtor e manter a alta produção da cultura. As principais políticas agrícolas são praticadas pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) através de políticas de preços mínimos, compras governamentais e crédito agrícola. Segundo Souza (2014), o Rio Grande do Sul é um dos maiores beneficiários

deste apoio federal devido, à sua relevância na produção arrozeira nacional. Cerca de 80% do valor destinado ao crédito rural para as lavouras de arroz do Brasil foram destinados à produção do grão no Rio Grande do Sul em 2011/12 (SOUZA, 2014).

A produção de arroz começa com a colheita do grão em casca. Este produto pode ser exportado para outros países com baixo nível de tratamento tecnológico e valor agregado, como uma commodity ou podendo servir de matéria-prima para a indústria de beneficiamento de arroz nacional. O arroz em casca natural não é utilizado para o consumo humano.

O beneficiamento do arroz inicia na chegada do arroz em casca na indústria de beneficiamento, local onde ocorrem os processos de limpeza e seleção para posterior parboilização, brunimento e polimento. O arroz para consumo humano é dividido em arroz não parboilizado e arroz parboilizado, polido e brunido, cada um destes produtos é classificado em tipos de 1 a 5 de acordo com a sua qualidade, sendo que o arroz tipo 1 é considerado o de melhor qualidade, conforme a legislação da Portaria nº 269/1988 do Ministério da Agricultura que regulamenta o produto (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2005; AGRICULTURA, 2015; MIRANDA et al., 2009).

Na figura a seguir é visualizada as diferentes características físicas do arroz com casca para o arroz completamente beneficiado.



Fonte: EMBRAPA (2015)

3.2.1 Histórico do Cultivo de Arroz no Rio Grande do Sul

A produção de arroz chegou no Brasil trazida pelos portugueses no século XVI, sendo destinada à subsistência dos escravos e colonos que trabalhavam nas grandes fazendas. Após esse primeiro período, o excedente produtivo da cultura ao longo do tempo fez com que fosse comercializado nas vilas e passou a ser considerado alimento da cesta básica da população (AZAMBUJA et al., 2002).

O arroz passa a ser cultivado em maior escala no Rio Grande do Sul a partir da introdução do sistema de cultivo irrigado que ocorreu em 1903. Segundo Beskow (1984), a quantidade de lavouras equipadas com sistema de irrigação passou de 11 em 1908 para 129 em 1916. O mesmo autor revela que a proteção ao mercado doméstico através de pesadas tarifas contra a importação do arroz e o mercado interno aquecido do Rio de Janeiro foram forças motrizes da expansão da cultura no Estado (BESKOW, 1984, p. 65).

A produção foi ajudada por condições climáticas favoráveis no Rio Grande do Sul com a ocorrência de extensos vales e baixadas planas úmidas próximas formadas pelas margens dos rios Ibicui, Santa Maria, Vacacaí e Jacuí (BESKOW, 1984, p. 74; AZAMBUJA et al., 2002).

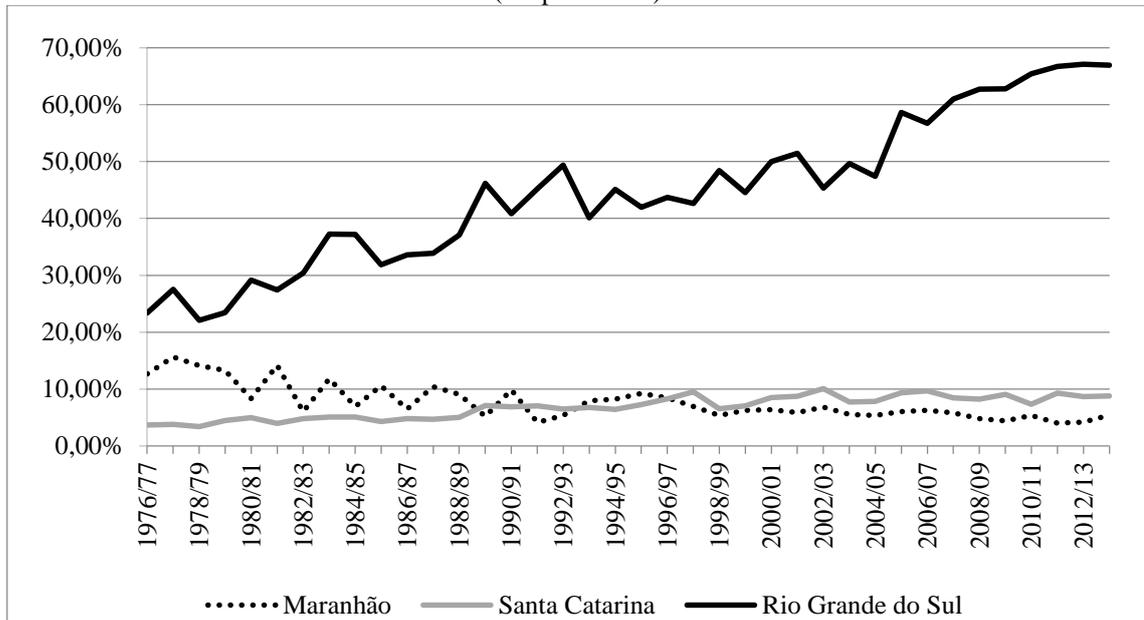
A lavoura orizícola no Rio Grande do Sul começa a receber atenção especial do governo estadual ao criar em 1940 o Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) como entidade pública. Em 1948, o IRGA foi institucionalizado através do Decreto-lei nº 533 como uma entidade pública, com autarquia administrativa, subordinada ao Governo do Estado do Rio Grande do Sul, por intermédio da Secretaria da Agricultura.¹⁸

O IRGA tem como principal objetivo a defesa dos segmentos da orizicultura, o desenvolvimento de pesquisa e assistência técnica aos produtores. No decorrer de seu funcionamento, a entidade promoveu testes e a implementação junto aos produtores de diversos novos tipos de semente que aumentaram a produtividade do arroz gaúcho.

O Rio Grande do Sul se manteve como o maior produtor de arroz em casca no Brasil pelos últimos anos, aumentando a sua participação na economia brasileira de um total de 23,41% em 1976 para um valor expressivo de 66,93% em 2014, como pode ser observado no gráfico 11.

¹⁸ Informações disponíveis em: <http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/779/conheca-o-irga>

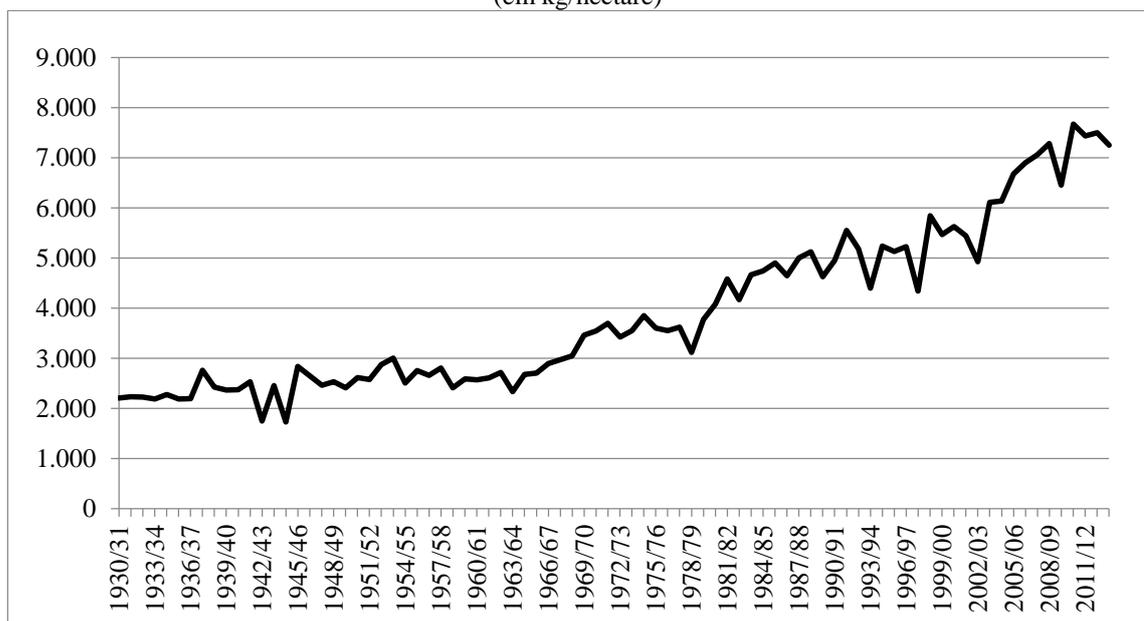
Gráfico 11 - Evolução da participação na produção de arroz em casca no Brasil entre as safras 1976/77 e 2012/13 (em percentual)



Fonte: Dados primários da CONAB (2015b) e elaboração do autor (2015).

No gráfico 12 é demonstrada a evolução da produtividade entre 1930 até a safra 2013/2014. Os dados entre 1930 e 1976 foram obtidos através do IRGA (2015b) e, após 1976, tanto a série proveniente do IRGA como a da CONAB são equivalentes. O Rio Grande do Sul permaneceu com uma média de produtividade de 2.566 kg/hectare entre 1930 e 1970. Após a década de sessenta, a cultura passou a ter grandes avanços de produtividade, culminando com uma produtividade superior a 7.000 kg/hectare nas últimas safras.

Gráfico 12 - Produtividade média do arroz no Rio Grande do Sul entre as safras 1930/31 e 2011/12 (em kg/hectare)

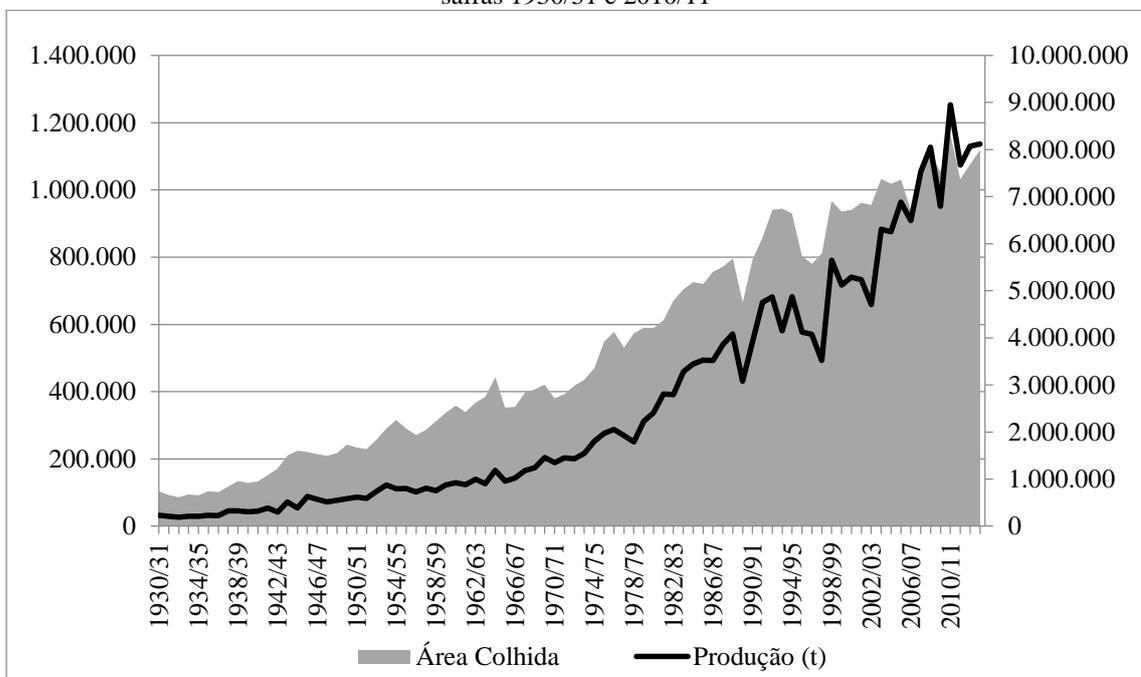


Fonte: Dados primários do IRGA (2015b) e elaboração do autor (2015).

O ganho de produtividade é resultado do melhor manejo da cultura no que diz respeito ao uso da irrigação e também devido aos avanços na criação de sementes adaptadas para as condições do Estado. A introdução de sementes americanas com grão do tipo "agulhinha" (arroz longo e comprido) como a Blubelle, a Bella Patna e a Lebonet são citadas como um grande incentivo à produção na década de setenta. (AZAMBUJA et al., 2002).

O gráfico 13 demonstra a evolução da área colhida em hectares no eixo da esquerda e da produção em toneladas no eixo da direita. A área colhida entre o final da década de sessenta até 2014 teve um aumento de 166%, enquanto o aumento na produção para o mesmo período foi na ordem de 457%.

Gráfico 13 - Evolução da produção (em t) e área colhida (em hectare) de arroz no Rio Grande do Sul entre as safras 1930/31 e 2010/11



Fonte: Dados primários do IRGA (2015b) e elaboração do autor (2015).

A produção de arroz em casca está presente principalmente na Fronteira Oeste, Campanha, Depressão Central e Zona Sul. Segundo o IRGA (2006), a Fronteira Oeste era responsável por 29,3% do total produzido no Estado, seguido da Campanha, com 17,4%, Zona Sul, com 15,6%, e Depressão Central, com 14,5%.

3.2.2 Produção do Arroz em casca no Rio Grande do Sul

A produção de arroz no Brasil é dividida em dois sistemas de cultivo, o arroz de sequeiro, também chamado arroz de terras altas, majoritariamente cultivado no Centro-Oeste

do país, e o arroz irrigado, utilizado na região Sul (AZAMBUJA et al., 2002). Dentre os dois sistemas de cultivo, o sistema irrigado é o que apresenta maior nível de produtividade, e por este motivo, a produção de arroz fica cada vez mais reservada ao sul do país. (AZAMBUJA et al., 2002; EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2005).

No Rio Grande do Sul, o plantio varia entre o início de agosto ao final de dezembro, dependendo da região do Estado, e a colheita é feita entre janeiro e maio (IRGA, 2006).

A água é muito importante para a cultura e a submersão da planta em lâmina de água é benéfica por três motivos principais. O primeiro motivo é a maior disponibilidade dos nutrientes do solo e o acesso dos fertilizantes (geralmente proporções de fósforo, potássio e cálcio) à planta. A submersão ajuda também a elevar o pH do solo e a eliminar alumínio que possa estar contido nele. Por último, a água funciona como um termorregulador, conseguindo elevar a temperatura ao redor da planta mesmo que a temperatura ambiente esteja um pouco abaixo dos 20°C, um fato comum no sul do Rio Grande do Sul (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2005).

Desta forma o arroz irrigado está entre uma das culturas mais exigentes em termos de recursos hídricos. Estima-se que seja necessário em torno de 2 mil litros de água para produzir 1 kg de grão de arroz em casca (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2005).

A análise dos dados factuais dos custos operacionais só pôde ser feita para a safra de 2014 de acordo com os dados fornecidos pelo IRGA (2015a) e que estão contidos no apêndice. Os maiores custos são com o uso de Fertilizantes (adubos de base e cobertura) e agroquímicos que juntos representam 23% de todo o custo operacional. Em seguida o custo de 10,76% com reformas e manutenção, 9,39% gasto com combustíveis e 7,56% com custos relacionados ao transporte externo (fretes) e interno.

O comércio exterior de arroz básico em casca é demonstrado na tabela 8. É possível observar que de 2000 até 2010 há uma maior necessidade da importação do arroz em casca para as indústrias de beneficiamento do Estado (MIRITZ, 2007). Esta dinâmica foi alterada após 2010, com uma diminuição das importações necessárias e um maior volume de exportações feitas pelo Rio Grande do Sul.

Tabela 8 - Balança comercial do arroz em casca no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	0	0	102.523	12.442
2001	0	0	151.713	18.772
2002	0	0	131.032	15.979
2003	0	0	296.848	50.518
2004	3	1	88.303	16.894
2005	18	6	16.666	2.336
2006	0	0	1.959	279
2007	54	15	1.885	362
2008	135	53	3.726	1.178
2009	29.900	9.946	28.247	6.942
2010	0	0	18.598	5.016
2011	135.641	43.015	8.238	2.120
2012	112.367	38.361	17.482	4.565
2013	280.699	100.003	2.608	766
2014	216.808	79.196	1.347	377

Fonte: Dados primários de BRASIL(2015b) e elaboração do autor (2015).

3.2.3 Produção do Arroz beneficiado no Rio Grande do Sul

O arroz beneficiado é o resultado dos produtos da indústria processadora que é composta por empresas que fazem a transformação do produto básico em casca em um produto industrializado pré-processado categorizado como alimento de conveniência (MIRITZ, 2007, p.17). Os engenhos de arroz aonde estes processos são realizados são parte importante, na medida em que torna o produto disponível ao consumo humano (MIRITZ, 2007, p. 43).

A indústria de beneficiamento está concentrada nos pólos de produção de arroz em casca principalmente na parte sul do Rio Grande do Sul (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2005). A região Sul compreende 99,8 % dos engenhos gaúchos devido a proximidade das lavouras de arroz e com o objetivo de diminuir os custos com transporte. (MIRITZ, 2007, p. 11; MIRANDA et al., 2009; SOUZA, 2014, p. 89)

A concentração deste tipo de indústria na região sul vêm diminuindo à medida que outras regiões do Brasil vem oferecendo incentivos fiscais através da redução no valor tributado por ICMS. As empresas gaúchas vêm abrindo filiais atualmente na cidade de Recife/PE devido aos incentivos fiscais e à logística com o custo com transporte mais barato do que no Rio Grande do Sul (MIRITZ, 2007, p. 49).

O ranking de beneficiamento do arroz elaborado pelo IRGA mostra as principais empresas responsáveis pela oferta de arroz beneficiado no Estado. Este ranking sugere uma concentração na agroindústria do arroz que segundo Zamberlan et al (2010) é proveniente de menores custos de produção através de ganhos de escala. A CAMIL ALIMENTOS S/A é a principal empresa de beneficiamento do Rio Grande do Sul, possuindo uma participação de 12,98% de todo o arroz beneficiado no Estado em 2014.

Tabela 9 - Principais indústrias de beneficiamento do arroz em 2014 no Rio Grande do Sul

Indústrias de Beneficiamento de Arroz	Beneficiamento anual (em t)	Participação (em percentual)
CAMIL ALIMENTOS S/A	758.604	12,98
JOSAPAR - JOAQUIM OLIVEIRA PARTICIPAÇÕES	548.783	9,39
PIRAHY ALIMENTOS LTDA	319.906	5,47
URBANO AGROINDUSTRIAL LTDA	200.553	3,43
SLC ALIMENTOS S/A	193.878	3,32
ARROZEIRA PELOTAS IND E COM DE CEREAIS LTDA	149.449	2,56
COOP ARROZEIRA EXTREMA SUL LTDA - FILIAL	143.445	2,45
COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL ALEGRETE LTDA	141.613	2,42
COOPERATIVA TRITICOLA SEPEENSE LTDA	140.816	2,41
PILECO & CIA LTDA	140.417	2,4
Produção das 10 maiores indústrias	2.737.464	46,83
Produção das demais indústrias	3.107.389	53,17
Produção Total	5.844.853	100,00

Fonte: Dados primários do IRGA (2015c) e elaboração do autor (2015).

O processo de industrialização do arroz começa com o recebimento do arroz em casca, passando pelas fases de pré-limpeza, secagem e armazenagem. Após esta primeira etapa, há três filtragens por peneiras até que chegue a etapa de parboilização. A parboilização consiste em um processo na qual o arroz em casca é imerso em água potável a uma temperatura acima de 58°C, seguido de gelatinização parcial ou total do amido. Após a parboilização, os grãos são descascados e geralmente passam para o processo de brunimento e polimento, até que sejam embalados mecanicamente e distribuídos para a venda final entre as redes atacadistas e varejistas (ZAMBERLAN et al, 2010; EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2005).

De acordo com a EMBRAPA CLIMA TEMPERADO (2005), o processo total de beneficiamento apresenta em média 75% de grãos polidos, 19 a 23% de casca, 8 a 12% de farelo e 3 a 5% de impureza. Os principais produtos levados ao mercado são o arroz branco ou polido, arroz integral e o arroz parboilizado.

Os custos operacionais de produção da indústria de beneficiamento do arroz geralmente não são homogêneos pelo fato de algumas empresas buscarem a diversificação através do lançamento de novos produtos derivados do arroz (SOUZA, 2014). Desta forma, o estudo sobre os custos operacionais do arroz beneficiado não pode ser efetuado.

O comércio exterior da indústria de beneficiamento de arroz pode ser dividido nos fluxos entre os produtos arroz não parboilizado, arroz parboilizado e o arroz quebrado, também conhecido como "trinca de arroz". O arroz quebrado é extraído de um dos processos de peneiramento e possui baixo valor com relação aos outros dois produtos previamente citados (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2005).

A balança comercial do Estado com relação ao arroz quebrado é apresentada na tabela 10. Os empresários gaúchos afirmam que esta maior importância do arroz quebrado na exportação é devido ao maior fluxo comercial com os países africanos, o consumo de arroz quebrado é um hábito cultural nestes países (MIRITZ, 2007, p. 50). No entanto, segundo Souza (2014), há uma tendência para a mudança deste perfil de exportação para o continente africano com o aumento da procura por arroz de maior qualidade e nível maior de industrialização.

Tabela 10 - Balança comercial do arroz quebrado no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	10.370	1.444	943	103
2001	4.375	501	6.654	723
2002	13.694	1.735	5.930	715
2003	10.992	1.648	1.690	327
2004	30.870	4.983	2.885	562
2005	204.603	40.614	680	84
2006	195.613	36.034	188	19
2007	135.832	29.395	433	74
2008	164.382	71.789	280	75
2009	202.442	54.970	180	25
2010	272.902	78.581	1.062	180
2011	334.611	125.664	200	41
2012	290.039	99.952	145	32
2013	280.227	92.372	8.844	2.656
2014	324.947	106.243	1.899	520

Fonte: Dados primários BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015).

A balança comercial do arroz não parboilizado apresentou déficit no período entre 2008 e 2010. No período posterior entre 2011 e 2014 a balança comercial apresentou superávit com

as exportações ficando no patamar médio de 200 mil toneladas ao ano conforme os dados contidos na tabela 11.

Tabela 11 - Balança comercial do arroz não parboilizado no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	372	119	34.296	8.051
2001	88	30	82.927	18.414
2002	2.936	476	57.225	12.852
2003	112	51	107.004	36.258
2004	145	61	90.964	26.653
2005	3.828	1.075	193.904	52.870
2006	18.079	5.188	313.196	93.721
2007	9.423	3.020	433.421	153.799
2008	127.784	85.428	238.673	130.390
2009	27.458	17.638	335.640	152.795
2010	18.705	7.795	505.346	258.939
2011	246.769	121.718	23.889	13.061
2012	252.825	136.581	56.091	29.566
2013	158.136	95.139	41.042	22.814
2014	217.791	121.716	31.122	19.265

Fonte: BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015)¹⁹

A tabela 12 abaixo demonstra que para o arroz parboilizado, que possui um maior nível de industrialização no produto final, o Rio Grande do Sul sempre apresentou um saldo positivo na sua balança comercial.

¹⁹ A mudança de base da NCM afeta a comparação direta da balança comercial deste produto com as mudanças ocorridas na classificação em 2012.

Tabela 12 - Balança comercial do arroz parboilizado no Rio Grande do Sul de 2000 à 2014

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	9.265	3.217	161	64.550
2001	13.231	3.749	424	57
2002	8.136	2.710	1.309	215
2003	4.728	1.869	2.908	895
2004	1.853	968	2.105	583
2005	19.496	5.475	549	147
2006	24.815	7.158	0	0
2007	30.067	11.140	0	0
2008	146.733	106.402	0	0
2009	258.973	139.933	0	0
2010	102.153	57.115	1.003	300
2011	448.881	232.697	5.707	2.027
2012	324.139	187.454	5.375	2.428
2013	129.678	75.153	3.765	1.641
2014	82.426	48.507	1.418	676

Fonte: Dados primários de BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015).

A produção orizícola no Rio Grande do Sul mesmo possuindo como principal destino o consumo nacional, seja para o próprio Estado ou abastecendo os mercados principalmente do Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, vem melhorando os seus resultados no âmbito do comércio internacional. Inicialmente, esta melhora veio com as exportações do arroz quebrado para, posteriormente, ocorrer um volume maior de exportações dos produtos de maior qualidade e valor exemplificados pelo arroz beneficiado não parboilizado e o arroz beneficiado parboilizado. O desafio que fica para a produção gaúcha é o contínuo aumento das exportações dos produtos de maior valor, bem como uma maior diversificação de produtos para que a cultura orizícola continue crescendo no estado.

3.3 Milho

A produção de milho surgiu há 7 mil anos atrás no litoral do México e se espalhou primeiramente pela América Central e depois pela América do Sul. A cultura era importante peça econômica das civilizações pré-colombianas Azteca, Inca e Maia. No Brasil, o milho já era cultivado pelos povos indígenas antes da chegada dos portugueses, porém após a colonização o consumo se expandiu e serviu de alimento para os escravos africanos (APROSOJA, 2015).

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor de Milho do mundo, com uma participação de 8,07% de todo o grão produzido na última safra segundo os dados do *United States Department of Agriculture (USDA, 2015)*. Os Estados Unidos e a China são os maiores produtores e juntos representam mais da metade da produção mundial. A tabela 13 demonstra os principais produtores de milho no mundo.

Tabela 13 - Produção mundial de milho em grão entre 2012 e 2014

País	Produção (em mil toneladas)			Participação na produção mundial em 2014 (em percentual)
	2012	2013	2014	
Estados Unidos	312.789	273.192	351.272	35,43
China	192.780	205.614	218.490	22,04
Brasil	73.000	81.500	80.000	8,07
União Européia	68.123	58.896	64.630	6,52
Ucrânia	22.838	20.922	30.900	3,12
Argentina	21.000	27.000	26.000	2,62
Índia	21.760	22.260	24.260	2,45
México	18.726	21.591	22.880	2,31
Demais países	158.757	159.330	172.984	17,45
Mundo	889.773	870.305	991.416	100,00

Fonte: Dados primários do USDA (2015) e elaborado pelo autor (2015).

Os maiores exportadores de milho são apresentados na tabela 14. O Brasil ocupa a segunda colocação com relação ao total exportado obtendo uma participação de 16,93%, atrás somente dos Estados Unidos que produz 38,94% do comércio exterior do grão. A Ucrânia aparece em terceiro exportando 66% de toda a sua produção, resultando em uma participação de 15,37% de toda a exportação mundial do milho em grão.

Tabela 14 - Exportação mundial de milho em grão entre 2012 e 2014

País	Exportação (em mil toneladas)			Participação na exportação mundial em 2014 (em percentual)
	2012	2013	2014	
Estados Unidos	38.342	18.262	50.684	38,94
Brasil	12.674	26.044	22.041	16,93
Ucrânia	15.157	12.726	20.004	15,37
Argentina	16.501	22.789	12.846	9,87
Rússia	2.027	1.917	4.192	3,22
Índia	4.674	4.768	3.889	2,99
Paraguai	2.188	2.858	2.714	2,09
União Europeia	3.287	2.193	2.401	1,84
África do Sul	1.831	2.398	2.104	1,62
Sérvia	2.331	601	1.736	1,33
Demais países	4.670	5.971	7.543	5,80
Mundo	103.682	100.527	130.154	100,00

Fonte: Dados primários do USDA (2015) e elaborado pelo autor (2015).

No entanto, algumas ressalvas merecem ser feitas com relação à China e aos Estados Unidos no que tange ao destino de sua produção. Os Estados Unidos vêm utilizando o milho como insumo para a produção de biodiesel de forma consistente e segundo Miranda et al, (2014), atualmente mais de 40% do consumo doméstico estadunidense é destinado à produção de etanol. De acordo com o mesmo autor, este fato gera impacto na disponibilidade de excedentes exportáveis dos Estados Unidos resultando na progressiva diminuição de seu market share nas exportações.

A China mesmo sendo o segundo maior produtor de milho do mundo precisa importar o grão devido ao uso do milho como ração de animais tendo em vista o aumento do consumo de proteína animal pelos seus cidadãos com o desenvolvimento da economia chinesa nos últimos anos. Esta conjuntura do mercado internacional abre espaço para uma maior oportunidade de ganhos comerciais pelos países produtores de milho incluindo o Brasil (MIRANDA ET AL, 2014).

O principal destino do milho é o consumo animal como ração e o segundo maior destino é o comércio exterior. Através da análise da tabela 15 de oferta e demanda do grão é possível observar uma queda do milho como uso para ração e um aumento do milho para fins de exportação nos últimos anos no Brasil. O consumo animal respondia por 53,81% de todo o suprimento do grão na safra de 2008/09 e passou a representar 45,45% na safra de 2012/13. As exportações representavam 11,89% em 2008/09 de todo o suprimento e passaram a representar 27,85% na safra de 2012/13.

Tabela 15 - Balanço entre oferta e demanda do milho em grão no Brasil (em mil toneladas) entre as safras 2008/09 e 2012/13

Safra	Oferta				Demanda					
	Estoque Inicial	Produção	Importação	Suprimento	Consumo Animal	Consumo Industrial	Consumo Humano	Outros Usos	Exportação	Estoque Final
2008/09	13.734	50.608	1.133	65.475	35.230	4.350	1.827	3.001	7.782	14.322
2009/10	14.322	52.582	463	67.367	36.868	4.415	1.854	2.986	10.819	11.547
2010/11	11.547	53.749	656	65.952	38.828	4.636	1.873	2.849	9.486	9.212
2011/12	9.212	70.907	830	80.949	40.298	4.868	1.892	3.545	19.802	11.223
2012/13	11.223	83.462	911	95.596	43.453	5.209	1.882	4.257	26.625	14.077

Fonte: Dados primários da ABIMILHO (2015) e adaptação do autor.

O milho é utilizado como ração para animais pelo fato de ser rico em amido na sua composição, sendo que o outro principal componente é o farelo de soja, por ser importante fonte de proteínas principalmente na suinocultura (PETROLI, 2009; MIRANDA, 2014). A tabela 16 elaborada através das informações de Miranda et al. (2014) demonstra a composição da ração utilizada para as aves e na suinocultura. Para outros animais, as proporções na composição da ração são mais variadas. (MIRANDA, 2014, p. 11).

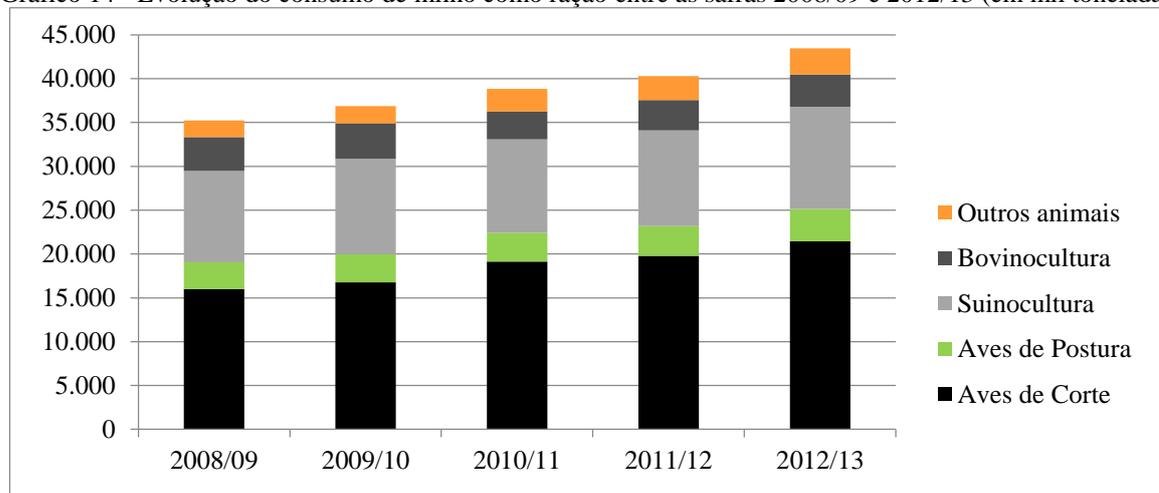
Tabela 16 - Composição das rações de aves e suínos para se obter 1 kg de carne (em kilogramas)

Animal	Quantidade de ração necessária	Milho	Farelo de Soja	Outros elementos
Aves	2 kg	1,4 kg	0,4 kg	0,2 kg
Suínos	2,8 kg	2 kg	0,7 kg	0,1 kg

Fonte: MIRANDA et al (2014) e elaboração do autor.

Os dados da Associação Brasileira das Indústrias de Milho (ABIMILHO) sobre o consumo animal são demonstrados no gráfico 14. Os maiores consumidores entre os animais são as aves de corte e a suinocultura, as primeiras possuindo participação de cerca de 49% e a segunda 27% nas safras de 2011/12 e 2012/13.

Gráfico 14 - Evolução do consumo de milho como ração entre as safras 2008/09 e 2012/13 (em mil toneladas)



Fonte: Dados primários da ABIMILHO (2015) e elaboração do autor (2015).

O item "outros usos" é considerado o milho que é consumido dentro da propriedade para diversas finalidades (PINAZZA, 2007b). No consumo industrial é contado todos os produtos derivados que utilizam o milho como matéria-prima através de processo industrial. Segundo Petrolli (2009), o milho é um produto versátil, servindo de componente na fabricação de balas, biscoitos, pães, chocolates, geléias, sorvetes, maionese e outros produtos industrializados que levam o amido de milho nos rótulos de sua composição alimentar.

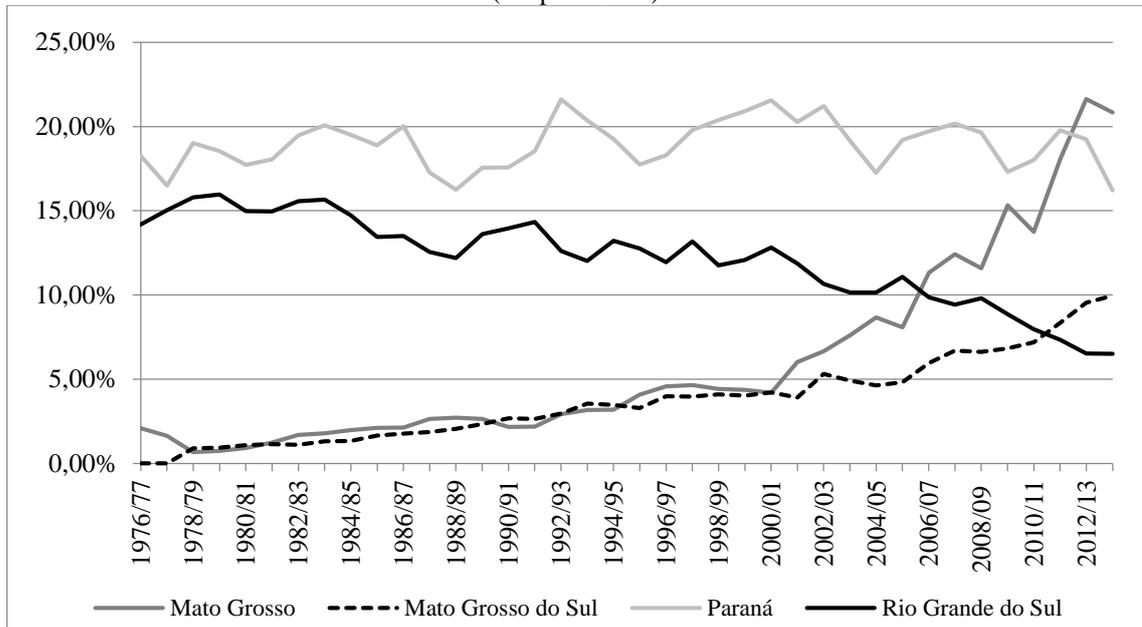
O consumo humano é originário principalmente das regiões Norte e Nordeste do país e, portanto, o seu aumento está intimamente ligado ao crescimento populacional destas regiões (PINAZZA, 2007b, p. 21).

No período analisado entre 2008 e 2013, os itens consumo humano e outros usos se mantiveram com participação de cerca de 4%, enquanto o Consumo Industrial apresentou uma variação no comportamento da participação com um pico de 7,03% na safra de 2010/11 e uma queda para 5,45% na safra de 2012/13.

3.3.1 Histórico do Cultivo de Milho no Rio Grande do Sul

O histórico do cultivo de milho no Rio Grande do Sul conta com o apogeu na década de setenta, quando a produção gaúcha representava 15% da participação nacional e era o segundo maior produtor nacional, atrás somente do Paraná. Durante as décadas de oitenta e noventa, a participação se manteve entre 11% e 15%, dependendo basicamente da demanda proveniente da pecuária. Após a safra de 2000/01, começa o declínio da importância gaúcha na produção do grão a nível nacional e, simultaneamente, aumenta a participação dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Atualmente, o Rio Grande do Sul é o sexto maior produtor de milho com uma participação de 6,51%. O gráfico 15 apresenta a evolução da participação do Rio Grande do Sul na produção do milho nacional.

Gráfico 15 - Evolução da participação na produção de milho em grão no Brasil entre as safras 1976/77 e 2012/13 (em percentual)



Fonte: Dados primários da CONAB (2015b) e elaboração do autor (2015).

Os motivos por trás desta queda acentuada da participação do Estado na produção brasileira é resultado da expansão da soja e do aumento da importância da segunda safra de milho, a "safrinha", a nível nacional nos estados do Centro-Oeste. Segundo Petrolli (2009), o milho no Rio Grande do Sul entra em concorrência com o cultivo de soja na mesma época de plantio, obrigando os produtores a escolherem entre a soja e o milho, levando em consideração os custos de produção e preços futuros entre as duas culturas e em decorrência da elevação do preço do grão da oleaginosa nos últimos anos o milho está deixando de ser produzido.

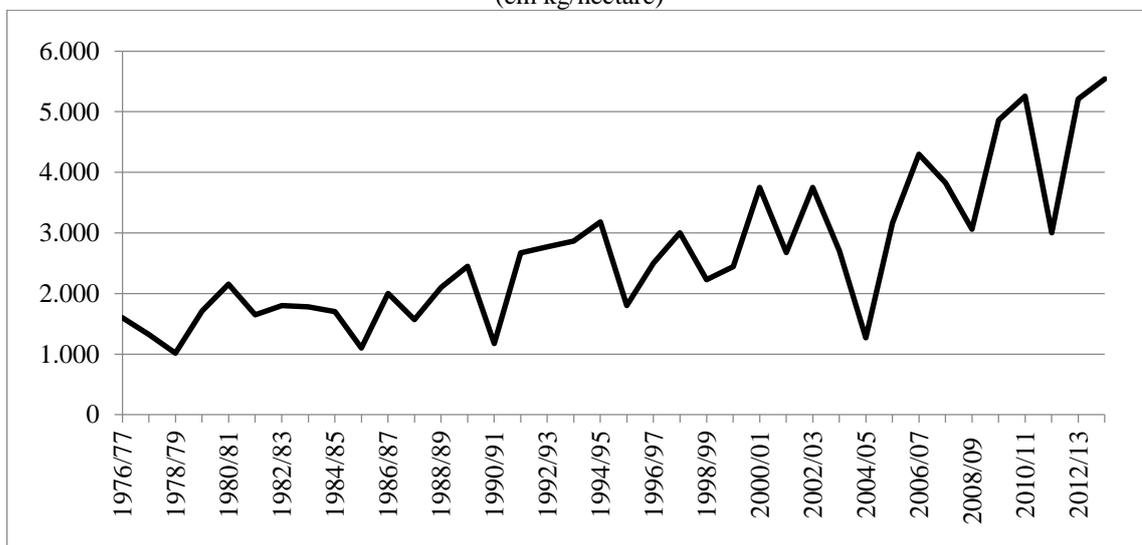
A segunda safra do milho tem sua colheita entre junho e setembro e ocorre principalmente nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás e não é possível de ser realizada no Rio Grande do Sul devido às condições climáticas do Sul do Brasil. O aumento da produção de milho na segunda safra pelos estados do Centro-Oeste acompanha a expansão da fronteira agrícola da soja no país. Os produtores desta região têm como principal cultivo a soja e aproveitam a terra e os investimentos efetuados em maquinário para a produção do milho, fazendo com que a terra fique o maior tempo possível ocupada e aumente sua fonte de lucro (MIRANDA et al., 2014).

O maior aproveitamento das terras da região do Cerrado é também resultado do maior uso de sementes transgênicas que são utilizadas principalmente por serem resistentes ao ataque da lagarta-do-cartucho, uma praga que não afeta de forma tão intensa o Rio Grande do

Sul e faz com que o estado não tenha uma maior necessidade no uso expressivo de sementes geneticamente modificadas com relação aos outros grandes produtores (MIRANDA et al, 2014, p. 34).

No gráfico 16 é demonstrada a produtividade média do Rio Grande do Sul na produção de milho. O estado apresentou alta na produtividade, porém com uma grande variância entre os anos devido às condições climáticas. A planta de milho necessita de água continuamente ao longo do seu desenvolvimento e na região Sul do Brasil há frequentes períodos sem precipitação, fazendo com que a umidade do solo diminua e o suprimento de água fique comprometido. (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2013).

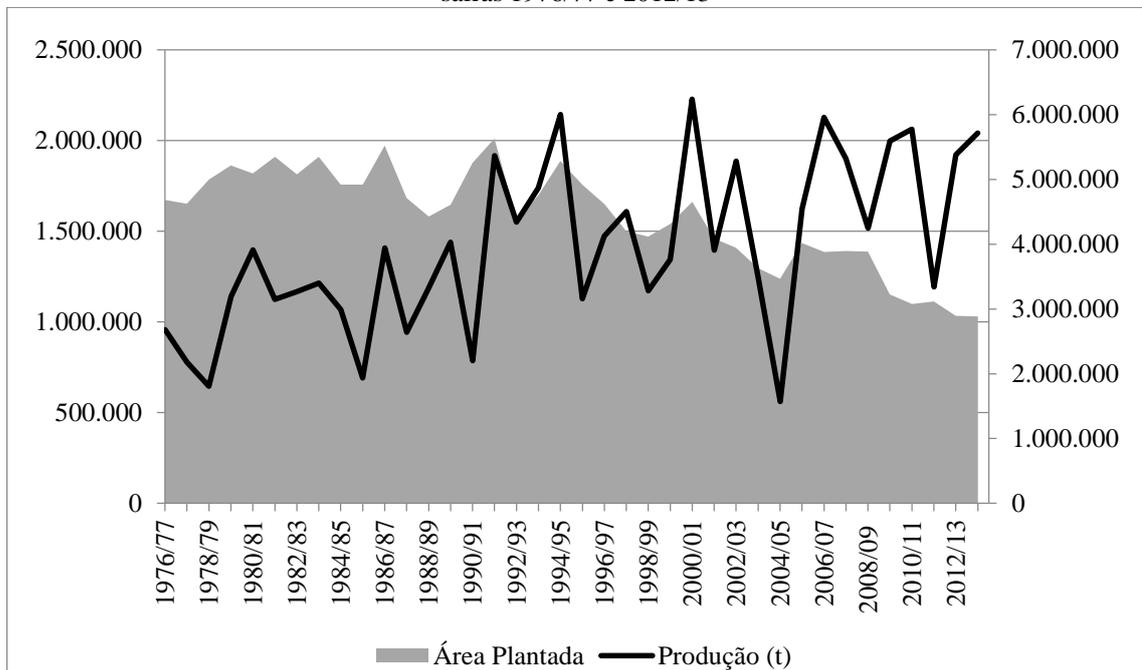
Gráfico 16 - Produtividade média do milho em grão no Rio Grande do Sul entre as safras 1976/77 e 2012/13 (em kg/hectare)



Fonte: Dados primários da CONAB (2015b) e elaboração do autor (2015).

O gráfico 17 demonstra a evolução da área colhida em hectares no eixo da esquerda e da produção em toneladas no eixo da direita. A área plantada de milho apresentou redução de 43% desde o final da década de setenta, já a produção apresentou um aumento de quase 79% no mesmo período em análise. Expostos estes dados pode-se concluir que o aumento da produção no Rio Grande do Sul é resultado direto do ganho da produtividade da lavoura através do melhor manejo do cultivo.

Gráfico 17 - Evolução da produção (em t) e área colhida (em hectare) de milho no Rio Grande do Sul entre as safras 1976/77 e 2012/13



Fonte: Dados primários da CONAB (2015b) e elaboração do autor (2015).

As principais regiões produtoras de milho no Estado são Passo Fundo, Caxias do Sul, Frederico Westphalen e Erechim (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2013).

3.3.2 Produção do Milho em grão no Rio Grande do Sul

A produção de milho é dependente principalmente de três características meteorológicas: radiação solar, temperatura do ar e disponibilidade hídrica. A alta radiação solar é importante na fase de pré-florescimento que ocorre entre novembro e dezembro. A temperatura do ar pode em geral ser elevada entre 25°C e 30°C, desde que haja umidade suficiente no solo. As temperaturas começam a comprometer a produção somente nos extremos abaixo de 10°C e acima de 40°C, principalmente no período de germinação. A frequência hídrica é a principal vilã da safra gaúcha e limitante na obtenção de elevado rendimento; o consumo de água por dia pela cultura varia entre 2 mm à 7 mm (EMBRAPA..., 2013).

A ocorrência frequente de estiagem no Rio Grande do Sul é a principal causa da variação na produtividade da cultura e da dificuldade por parte dos agricultores. A última

grande quebra de safra ocorreu em 2005, com uma queda na produção de 23,9% em relação ao ano anterior (ANUÁRIO..., 2005).

O cultivo de milho é importante para a região Sul do país devido à sua produção de carne avícola e suína. Pelos dados da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2014 apontados abaixo, pode-se observar que os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná são grandes produtores de suínos e galináceos, os principais animais demandadores de ração à base de milho. Os três Estados são responsáveis por quase metade da produção nacional nos dois tipos de rebanhos (PETROLLI, 2009, p. 68).

Tabela 17 – Rebanho de suínos e galináceos por Estado em 2014

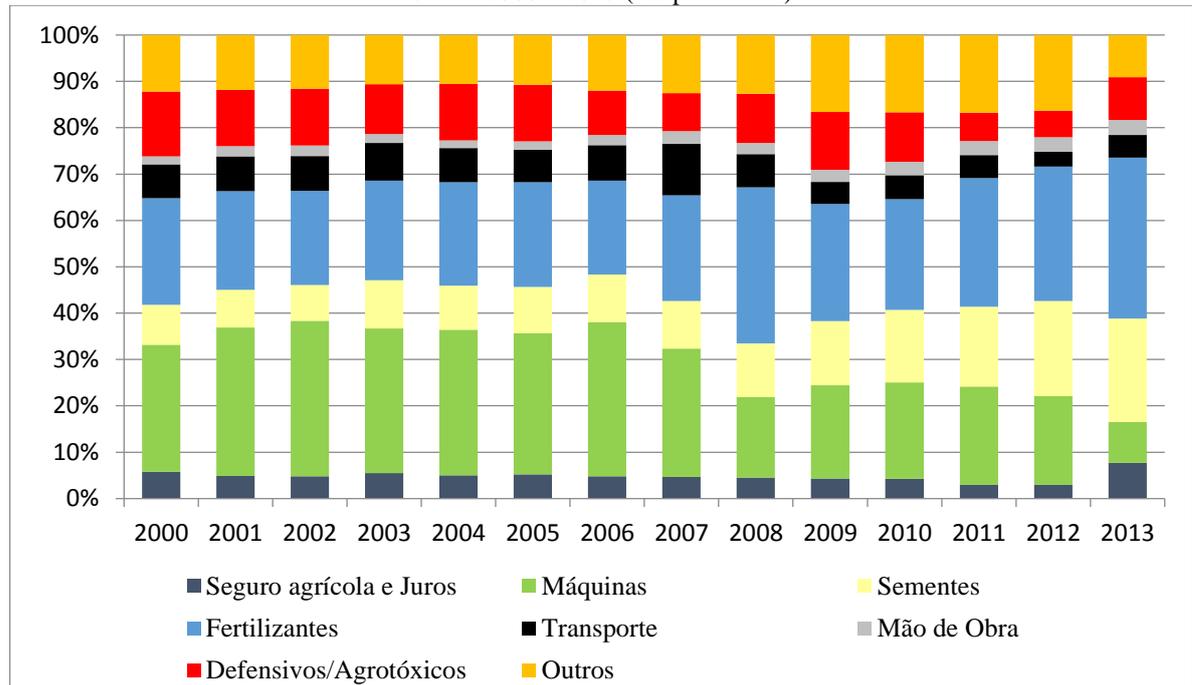
Estado	Suínos	Galináceos
Rio Grande do Sul	6.109	146.094
Santa Catarina	6.179	164.785
Paraná	6.394	301.886
Minas Gerais	5.218	125.381
Mato Grosso	1.841	46.327
Demais Estados	14.030	546.580
Total	37.929	1.331.054

Fonte: IBGE (2015), Pesquisa Pecuária Municipal 2014.

Desta forma, uma oferta adequada interna do grão de milho impacta positivamente a produção do segmento de carnes do Rio Grande do Sul através da falta de necessidade de compra do grão de outros Estados ou de importação de outros países produtores.

O sucesso da produção da lavoura passa pelo correto manejo do cultivo e planejamento dos custos operacionais necessários. Através dos dados da CONAB (2015c), foram elencadas as principais rubricas das despesas operacionais da lavoura de milho para análise de sua evolução no período entre 2000 e 2013 abaixo. A tabela completa contendo os custos operacionais em reais por hectare está disponível no apêndice.

Gráfico 18 - Participação dos principais insumos nos custos operacionais da lavoura de milho no Rio Grande do Sul de 2000 à 2013 (em percentual)



Fonte: Dados primários pela CONAB (2015c) e elaboração do autor.

Os principais gastos com insumos foram com fertilizantes, sementes, defensivos agrícolas e máquinas. No período analisado, o maior crescimento em participação nas despesas operacionais do produtor foi com o uso de sementes, que era responsável por cerca de 9% no orçamento do produtor entre 2000 e 2005 e passou a representar 22,28% em 2013. O uso de fertilizantes também obteve um aumento, passando de uma participação média de 21,85% entre 2000 e 2005 para uma participação de 34,75% em 2013. A maior redução nos gastos foi proveniente do maquinário, que representava cerca de 30% das despesas operacionais entre 2000 e 2005 e passou a representar uma média de 20% das despesas no período entre 2006 e 2013.

O comércio exterior do milho, apesar de não ser o principal destino da produção do Rio Grande do Sul, vem crescendo nos últimos anos. A tabela 18 demonstra a evolução na balança comercial do produto no Estado.

Tabela 18 - Balança comercial do milho em grão no Rio Grande do Sul de 2000 à 2013

Ano	Exportação		Importação	
	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)	Quantidade (em t)	Valor FOB (US\$ mil)
2000	6	1	213.257	20.241
2001	934.445	81.546	4.327	672
2002	72.919	6.565	8.451	923
2003	87.886	9.409	56.917	5.534
2004	210.632	25.326	14.499	1.584
2005	59	7	80.770	7.707
2006	48.447	5.647	59.796	4.767
2007	410.334	69.436	91.885	12.007
2008	359.087	78.911	50.371	9.045
2009	168.093	27.705	101.208	12.347
2010	134.792	22.843	51.011	6.267
2011	111.346	30.212	33.500	6.823
2012	85.624	24.287	5.558	1.214
2013	804.277	244.286	12.696	1.754
2014	1.076.329	234.653	331	126

Fonte: Dados primários do BRASIL (2015b) e elaboração do autor (2015).

As exportações de milho continuam mantendo bom ritmo ficando entre os maiores produtos exportados de acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2015).

Os derivados do milho em grão não foram analisados devido à alta gama de produtos provenientes e a falta de um produto representativo na Matriz insumo-produto do Rio Grande do Sul de 2003 que viabilizasse a posterior análise insumo-produto dos produtos derivados do milho.

Neste capítulo foram analisadas as principais características das culturas agrícolas selecionadas e alguns de seus produtos derivados. Na produção de soja em grão fora destacado o aumento da produção da oleaginosa na última década e o caráter exportador do Rio Grande do Sul, apesar da queda de participação do Estado na produção nacional devido à expansão da cultura para outros Estados do centro-oeste brasileiro. A maior participação relativa à compra de fertilizantes e sementes para a sua produção e a importância destes no manejo da cultura é também fator de destaque na estrutura produtiva da soja. Por sua vez, os derivados do grão de soja provenientes da indústria de transformação representados pelo farelo de soja e óleo de soja apresentaram menor importância nas exportações. O Estado obteve crescimento no processamento da soja para a produção do óleo de soja bruto, porém vem apresentando queda no refino de soja, que possui maior grau de intensificação tecnológica na sua produção.

A cultura orízicola no Rio Grande do Sul vem apresentando forte expansão na sua produção, impulsionada pelo crescimento da área colhida e também por ganhos na produtividade média advindos de melhoramentos da semente de arroz. O Estado vem se especializando na produção desta cultura, sendo o maior produtor nacional, responsável por 66,93% de toda a produção de arroz em casca do Brasil. A produção de arroz é importante no que diz respeito ao suprimento do consumo humano e sua oferta gera reflexos nos preços internos do país. O arroz beneficiado é o produto final do processo de industrialização do arroz em casca e engloba o arroz quebrado, arroz parboilizado e arroz não parboilizado, sendo majoritariamente destinado ao consumo doméstico, apesar do maior desenvolvimento do comércio exterior nos últimos anos. A indústria de beneficiamento do arroz apresenta uma grande concentração com as 10 maiores indústrias sendo responsáveis por 46,83% de todo o arroz beneficiado.

A produção de milho em grão apresentou uma queda na importância relativa para o Rio Grande do Sul. Esta conclusão é feita com a observação da queda da área colhida do cereal e a diminuição da participação do Estado na produção nacional. A manutenção da produção em toneladas do milho é fruto direto da maior produtividade média obtida com o melhor manejo da cultura. Os custos operacionais relativos ao uso de fertilizantes e sementes apresentou grande aumento nos últimos anos. A produção do milho em grão é importante devido ao seu uso como ração para a pecuária, principalmente na criação de aves de corte e suínos, cuja produção é elevada no Rio Grande do Sul.

4 ANÁLISE INSUMO-PRODUTO DAS CULTURAS SELECIONADAS

Neste capítulo serão analisados os impactos na economia gaúcha das culturas de arroz, milho e soja, bem como o de seus produtos derivados analisados em conjunto no capítulo anterior. Para esta análise, serão calculados os multiplicadores de impacto sobre a produção, valor adicionado e emprego, usando como base a matriz insumo-produto da FEE de 2003 (PORSSE, 2007). A matriz de 2003 foi utilizada devido ao seu maior nível de desagregação entre os produtos em comparação com a matriz mais recente, de 2008, principalmente no que diz respeito aos produtos agrícolas abordados neste trabalho, que na última matriz estão agregados em "cereais em grãos". Esta decisão metodológica permitiu que fossem obtidos os multiplicadores de impacto com a menor alteração possível das matrizes de recursos e usos, matriz de coeficientes técnicos doméstico e a matriz de *market share* originalmente compilados pela FEE.

A matriz insumo-produto da FEE de 2003 (MIP-RS 2003) é composta por 45 setores da atividade econômica e 80 produtos. A matriz possui setores especificamente criados para a produção das agroindústrias do Rio Grande do Sul e desta forma sintetiza de melhor forma a estrutura produtiva das culturas estudadas neste trabalho. (PORSSE, 2007)

A dificuldade na utilização da matriz insumo-produto para estudos específicos é alvo de constante debate na literatura econômica e traz o surgimento de diversos métodos sofisticados de desagregação e agregação dependendo do objetivo do trabalho. (GUILHOTO, 2011; MILLER, BLAIR, 2009). Outro ponto importante é a dificuldade na compilação de dados pelos órgãos estatísticos, o que faz com que os modelos insumo-produto sejam invariavelmente documentos históricos:

Apesar da sua construção simples, a construção tabela insumo-produto é uma operação altamente complexa e trabalhosa. O primeiro passo, e que possui pouco apelo a imaginação teórica é a obtenção e organização do imenso volume informações quantitativas. Dado a inevitável distância temporal entre a acumulação e coleta de dados para determinado ano, a tabela insumo-produto sempre será um documento histórico. (Leontief, 1986, p.14)

O caráter histórico do modelo insumo-produto não faz este perder o seu poder de análise empírica da economia e seu poder de verificar o impacto de diferentes setores ou produtos nas suas interdependências dentro do sistema econômico de forma desagregada. A natureza do equilíbrio geral nos traz valiosas interpretações quanto aos estímulos que um setor recebe pelas compras dos demais setores dos seus produtos e quanto ao estímulo que o

próprio setor é capaz de gerar, comprando os produtos necessários à sua produção como insumos.

4.1 Metodologia empregada

Este trabalho emprega o modelo da matriz de Leontief produto por produto explicado na seção 2.3 e sintetizado pela equação (32.6). A escolha por este tipo de modelo ocorre por melhor se enquadrar ao objetivo deste trabalho de análise sobre as culturas agrícolas e devido à maior facilidade de trato das matrizes insumo-produto sem a necessidade da alteração das tabelas de recursos e usos com a adição de novos setores.

Em UN (1999) há uma detalhada análise das diferenças entre o modelo insumo-produto através de matrizes produto por produto e indústria por indústria utilizando a tecnologia da indústria. Os autores salientam que o segundo modelo é mais afastado da realidade por agregar diversos estabelecimentos e considerá-los como uma única indústria.

O *System of National Accounts 2008* (UN, 2008) recomenda a utilização dos dois modelos e ressalta que os modelos produto-por-produto são utilizados para análise de tecnologia.

Both product by product and industry by industry tables may be compiled. They serve different analytical functions. For example, to ensure that price indices are strictly consistent, a product by product matrix is to be preferred. For a link to labour market questions, an industry by industry table may be more useful. Although traditionally a lot of interest focused on the product by product tables, this was accompanied in large part by an attention to the underlying technology. Increasingly the economic interaction of different industries has brought more interest in the industry by industry tables. (UN, 2008, p. 518).

O primeiro passo para a construção dos multiplicadores fora o cálculo da matriz inversa de Leontief produto por produto no modelo aberto com o consumo das famílias fazendo parte da demanda final da tabela de usos e do modelo fechado com o consumo das famílias sendo endogeneizado e atuando como mais uma atividade produtiva que oferta o seu trabalho (representado pela sua remuneração total em valor adicionado) e consumindo os produtos dos diversos setores da economia através dos procedimentos demonstrados na seção 2.4 deste trabalho.

Os cálculos da estimação das matrizes inversas podem ser sintetizados pelas expressões abaixo. A matriz D representa a matriz de market-share estadual original da FEE-

RS, Be é a matriz de coeficientes técnicos estaduais originais da FEE-RS, $Dend$ é a matriz de market-share com as famílias endógenas ao modelo e por último, $Bend$ representa a matriz de coeficientes técnicos estaduais com as famílias consideradas endógenas ao modelo. Na primeira equação, I , é uma matriz identidade de ordem 80, enquanto na segunda equação I é uma matriz identidade de ordem 81 devido ao fechamento do modelo com relação às famílias. As matrizes necessárias para o cálculo das inversas de Leontief e a matriz inversa de Leontief obtida para cada um dos modelos deste trabalho encontram-se no CD-ROM fixado no apêndice.

$$L = (I - Be * D)^{-1}$$

$$Lend = (I - Bend * Dend)^{-1}$$

O cálculo das matrizes foi feito utilizando o programa MATLAB e as instruções para o cálculo destas matrizes através do programa também estão no CD-ROM.

Para a construção dos multiplicadores de impacto por produto, fora necessário a criação dos vetores valor adicionado por produto e emprego por produto. No primeiro caso, o valor adicionado fora computado através da tabela de destino entre oferta e demanda estadual a preço básico (Tabela 5 da MIP-RS 2003) pela ótica do produto na qual o valor adicionado bruto é igual ao total de recursos ofertados a preço básico menos o seu consumo intermediário.

A construção do vetor emprego por produto necessitou de mais cuidados, visto que o documento oficial calculou o número de pessoas ocupadas somente para as atividades produtivas (ou setores). Neste caso, foi necessária a estimativa das pessoas ocupadas com relação à produção dos 80 produtos representativos da matriz insumo-produto de 2003.

A tabela contida no apêndice demonstra a estimativa das pessoas ocupadas na produção de determinado produto. Em uma primeira análise, foram alocados o número de pessoas nos casos em que um único produto era produzido por uma única atividade na tabela de recursos da FEE e nestes casos o número de empregos da atividade foi considerada igual ao número de empregos com relação ao produto. Nos casos em que não foi possível fazer esta relação, foram utilizados dados auxiliares dos vínculos ativos por classe da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de acordo com a CNAE 1995 para o ano de 2003 (BRASIL, 2015), dados do pessoal ocupado na Pesquisa da Indústria anual de 2003 (IBGE, 2003), dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2012) e, no caso especificamente do arroz em casca foi utilizado o dado obtido no Censo do Arroz da safra 2004/2005 do IRGA (IRGA, 2006).

O pessoal ocupado relacionado aos produtos da agropecuária foi obtido pelo Censo Agropecuário de 2006 para o Rio Grande do Sul através das tabelas de produção, valor da produção e área colhida para cada produto representativo da MIP-RS 2003. Nestas tabelas, o valor do pessoal ocupado foi considerado de acordo com o número de estabelecimentos no principal grupo de atividade econômica produtor. A soja é considerada um produto da lavoura temporária pela MIP-RS 2003 e pela CNAE 1995 e, portanto, foi utilizado o número de estabelecimentos produtores de soja no grupo de atividade econômica Produção de lavouras temporárias. Para todos os outros produtos agropecuários foi utilizada a mesma metodologia com o objetivo de estimar o pessoal ocupado para cada produto.

A utilização do Censo Agropecuário de 2006 para estimar o pessoal ocupado para os produtos agropecuários da MIP-RS 2003 foi considerada a melhor base de dados devido ao seu maior volume de dados desagregados e a maior distância temporal com relação ao censo anterior de 1995-1996.

Os vínculos ativos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) só foram utilizados em produtos relacionados a setores com alto grau de formalidade no mercado de trabalho. Esta estatística é dependente da declaração formal do empregador do número de vínculos laborais no ano-base (MANUAL..., 2015). A estatística foi utilizada diretamente em poucos produtos da indústria de transformação. No entanto, o número de pessoas ocupadas na produção de arroz beneficiado só foi possível de ser estimado através desta base de dados.

A pesquisa da indústria anual de 2003 serviu de base direta para os produtos do segmento petroquímico. Para os produtos derivados das carnes e leites pertencentes à indústria de transformação foi utilizada a seguinte metodologia:

$$PO = \frac{RAIS_p}{RAIS_t} * MIPRS_a$$

O total de pessoas ocupadas (PO) por produto relacionado é a razão entre o total de pessoas com vínculos na $RAIS_p$ de determinado produto sobre o número total de pessoas vinculadas na $RAIS_t$ nos produtos correspondentes da atividade produtora da MIP-RS de 2003 multiplicado pelo total de pessoas ocupadas na atividade produtora da MIP-RS. A estimativa do pessoal ocupado para estes produtos e os detalhes desta desagregação é demonstrada na figura a seguir.

Figura 5 - Metodologia de desagregação das pessoas ocupadas por produto

Produtos na Matriz Insumo-Produto 2003	Atividade na RAIS (2003)	Vinculos Ativos na RAIS	MIP 2003 (atividade)	Pessoas Ocupadas
Carne bovina, suína e outras	ABATE DE RESES, PREPARAÇÃO DE PRODUTOS DE CARNE	10.973	41.199	14.686
Carne de aves abatidas	ABATE DE AVES E OUTROS PEQUENOS ANIMAIS E PREPARAÇÃO DE PRODUTOS DE CARNE	19.810		26.513
Leite beneficiado	PREPARAÇÃO DO LEITE	524	11830	1.030
Outros laticínios	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO LATICÍNIO	4579		10.800
	FABRICAÇÃO DE SORVETES	918		

Fonte: Elaboração do autor (2015).

No CD-ROM encontra-se a tabela de correspondências utilizada para desagregar o número de pessoal ocupado por produto. A desagregação entre os 80 produtos gerou uma amostra de 5.158.373 pessoas empregadas enquanto o documento oficial da FEE apresenta 5.952.683 pessoas empregadas divididas entre as atividades produtoras. Portanto, a desagregação efetuada com relação ao pessoal ocupado por produto pode ser considerada satisfatória.

No final dos procedimentos realizados nesta seção do trabalho, foram obtidos os vetores valor adicionado por produto e pessoal ocupado por produto, ambos necessários para o cálculo dos multiplicadores de impacto da análise insumo-produto.

4.2 Resultados da análise insumo-produto

Os resultados dos multiplicadores de impacto com suas decomposições em efeito direto, indireto e induzido para todos os produtos da matriz insumo-produto de 2003 podem ser visualizados com mais detalhes no apêndice. Para o objetivo deste trabalho, foram selecionados os multiplicadores relacionados às culturas de arroz, milho e soja e seus produtos derivados, representados pelo arroz beneficiado, óleos vegetais brutos e óleos vegetais refinados. Estes dois últimos produtos compreendem o óleo extraído da soja em grão, de acordo com a nomenclatura da CNAE de 1995, e por isto serão analisados conjuntamente.

Na tabela 19 é demonstrada a decomposição dos multiplicadores de impacto com relação à produção. Este multiplicador demonstra a necessidade de produção de um tipo de produto devido ao aumento em uma unidade monetária na demanda final da economia.

Tabela 19 - Decomposição dos multiplicadores de impacto sobre a produção dos produtos selecionados

Produto	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Óleos vegetais em bruto	1	1,216539	0,248643	2,465183
Óleos vegetais refinados	1	1,216349	0,248664	2,465013
Arroz beneficiado	1	0,992338	0,248235	2,240573
Milho em grão	1	0,425480	0,317474	1,742954
Soja em grão	1	0,378974	0,346412	1,725386
Arroz em casca	1	0,374435	0,349236	1,723671

Fonte: Elaboração do autor (2015).

Arroz beneficiado e os óleos vegetais são os produtos que mais aumentam sua produção total proveniente do aumento de uma unidade monetária a mais na sua demanda final em função, principalmente, do efeito indireto gerado por outros produtos demandantes de uma maior produção do arroz beneficiado e dos óleos vegetais. A inserção das famílias no modelo gera uma nova rodada de estímulos significativa para o arroz em casca. A interpretação econômica para o maior valor do efeito induzido, levando em conta que o consumo das famílias de arroz em casca é nulo na tabela de usos da FEE, é decorrente do maior consumo das famílias do arroz beneficiado que gera maiores compras do arroz em casca pela indústria de beneficiamento, aumentando a sua produção. A mesma interpretação pode ser feita com relação ao impacto do efeito induzido na soja em grão e sua relação com os produtos derivados do seu processamento e refino.

Os multiplicadores do valor adicionado para os produtos selecionados são demonstrados na tabela 20 e refletem o aumento no valor adicionado de determinado produto devido ao aumento de uma unidade monetária na demanda final.

Tabela 20 - Decomposição dos multiplicadores de impacto sobre o valor adicionado dos produtos selecionados

Produto	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Soja em grão	0,530509	1,014186	0,027231	1,571926
Arroz em casca	0,300742	1,108105	0,024486	1,433333
Óleos vegetais em bruto	0,607174	0,559609	0,026434	1,193217
Arroz beneficiado	0,983724	0,018790	0,023172	1,025687
Óleos vegetais refinados	0,799694	0,152143	0,026370	0,978207
Milho em grão	0,197302	0,444310	0,028418	0,670030

Fonte: Elaboração do autor (2015).

Os maiores resultados com relação aos multiplicadores de impacto para o valor adicionado na economia gaúcha em 2003 são provenientes da soja em grão e do arroz em casca. O maior resultado destes produtos acontece em virtude dos efeitos indiretos

proveniente da interação com produtos de outros setores da economia. O Arroz beneficiado mesmo com uma alta razão valor adicionado por produção demonstrada pelo seu efeito direto não recebe tanto estímulo dos outros produtos da economia como os dois produtos mencionados anteriormente e desta forma possui um menor valor do multiplicador total. O milho em grão possui o menor multiplicador total, principalmente por causa da baixa razão valor adicionado por produção proveniente do elevado consumo intermediário do produto, sendo utilizado em diversos segmentos da Economia como pode ser observado na matriz de usos original da FEE da MIP-RS 2003 e no estudo sobre a cultura do milho realizado no capítulo anterior. A inserção das famílias no modelo não trouxe impacto profundo em um produto específico na análise.

O multiplicador de impacto sobre a geração de empregos verifica o aumento no número de novas pessoas ocupadas na produção de determinado produto devido a um aumento de R\$ 1 milhão²⁰ na sua demanda final e é demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 21 - Decomposição dos multiplicadores de impacto sobre a geração de emprego dos produtos selecionados

Produto	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Milho em grão	88	21	2	110
Soja em grão	13	9	1	23
Arroz em casca	5	6	1	12
Óleos vegetais em bruto	1	7	1	9
Óleos vegetais refinados	1	3	1	5
Arroz beneficiado	1	1	1	3

Fonte: Elaboração do autor (2015).

A cultura do milho apresenta o maior valor neste multiplicador, correspondente a um aumento de 110 pessoas empregadas na sua produção para cada R\$ 1 milhão a mais na demanda final da economia. Tal resultado expressivo ocorre devido ao valor do seu vetor emprego-produto de 88 pessoas ocupadas para cada R\$ 1 milhão produzido o que demonstra o maior uso de mão-de-obra na sua produção.

A soja em grão, apesar de possuir um efeito direto de 13 pessoas ocupadas para cada R\$ 1 milhão produzido, sofre um estímulo significativo decorrente da interação com outros produtos da economia sintetizados pela magnitude do efeito indireto na decomposição do multiplicador de impacto sobre a geração de emprego. A mesma análise pode ser feita para os

²⁰ A interpretação como sendo a geração de novos cargos para um estímulo de R\$ 1 milhão na demanda final ocorre pelo fato da unidade utilizada na elaboração do vetor emprego-produto ser número pessoas ocupadas para cada R\$ 1 milhão na produção de determinado produto.

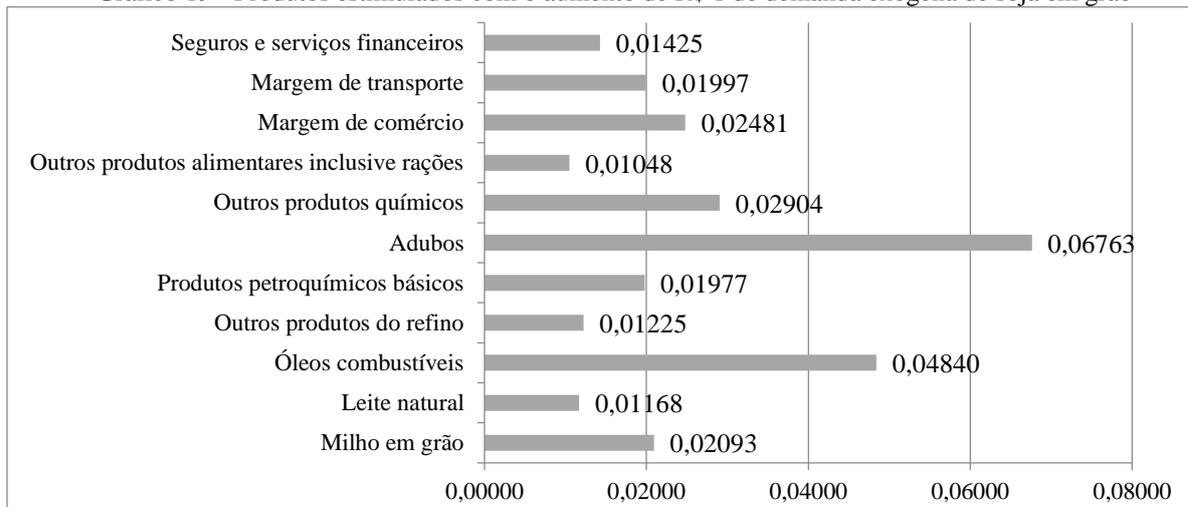
produtos arroz em casca e os dois tipos de óleos vegetais na qual o efeito indireto é mais significativo do que o efeito direto proveniente da sua própria produção. O menor valor do multiplicador de emprego do arroz beneficiado deve ser avaliado levando-se em consideração que a fonte de dados utilizada para este produto foi a RAIS. A inserção das famílias no modelo não apresentou mudança significativa no panorama da análise dos multiplicadores com efeito induzido muito baixo.

Os multiplicadores calculados não pretendem ser números precisos para a Economia visto as hipóteses formadoras do modelo inter-produtos utilizado e a dificuldade de obtenção e manipulação dos dados para a construção primeiramente da matriz insumo-produto pela FEE e posteriormente dos vetores de coeficiente técnico que auxiliam no cálculo dos multiplicadores. No entanto, servem como um esboço da importância dos produtos estudados para o conjunto da Economia do Rio Grande do Sul em um maior nível de desagregação do que geralmente é estudado.

A análise da estrutura produtiva através das colunas da matriz inversa estimada demonstra os principais produtos utilizados como insumos na produção como mencionado no capítulo 2. Nesta análise das culturas de soja, arroz e milho e de seus produtos derivados, serão observados somente os efeitos indiretos. Por conseguinte, é subtraído 1 dos valores de l_{ij} quando $i = j$ na matriz de Leontief. Com o objetivo de observar somente os produtos mais demandados, serão analisados os valores robustos acima de 0,01 encontrados na coluna relacionada aos produtos envolvidos nas culturas selecionadas para o objetivo deste trabalho utilizando a matriz de Leontief do modelo aberto sem a presença das famílias.

Os principais produtos estimulados a partir do aumento em R\$ 1 da demanda exógena por soja em grão é visualizado no gráfico 19:

Gráfico 19 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de soja em grão

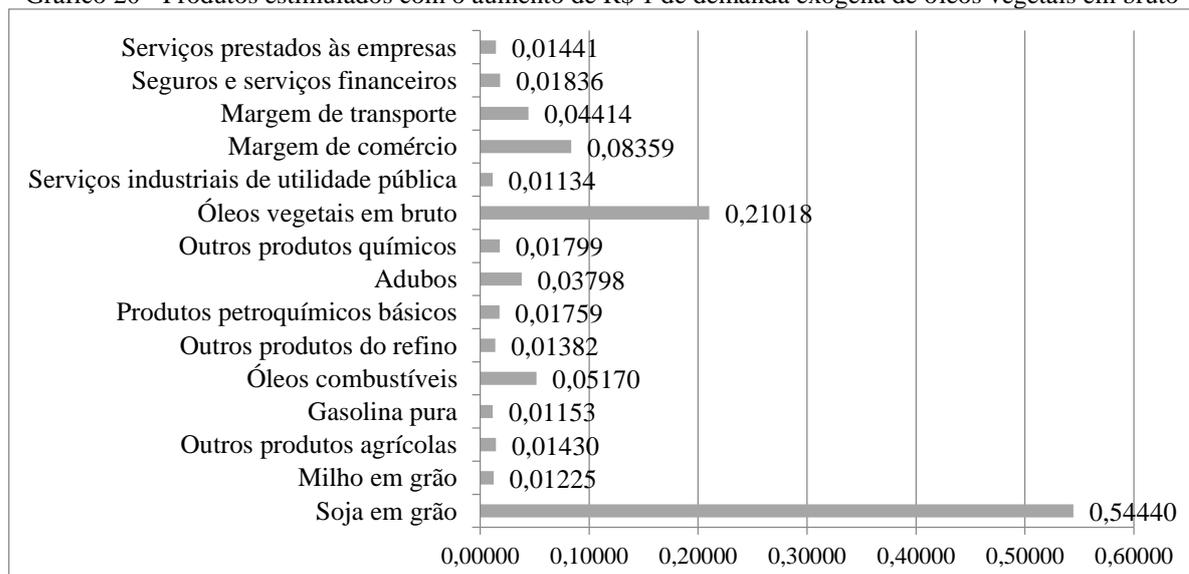


Fonte: Elaboração do autor (2015).

A maior demanda de soja gera um estímulo significativo para a produção de adubos e outros produtos químicos, que são utilizados como insumos na sua produção, como foi observado a partir dos dados da CONAB analisados no capítulo 3. Além destes produtos citados anteriormente, a maior demanda pela soja gera uma maior produção de forma indireta para os óleos combustíveis, comércio e transportes também envolvidos no processo produtivo.

A análise do estímulo gerado pelo aumento de R\$ 1 de demanda exógena dos produtos derivados da soja representados na matriz inversa de Leontief estimada pelos produtos representativos óleos vegetais em bruto e óleos vegetais refinados é feita a seguir.

Gráfico 20 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de óleos vegetais em bruto

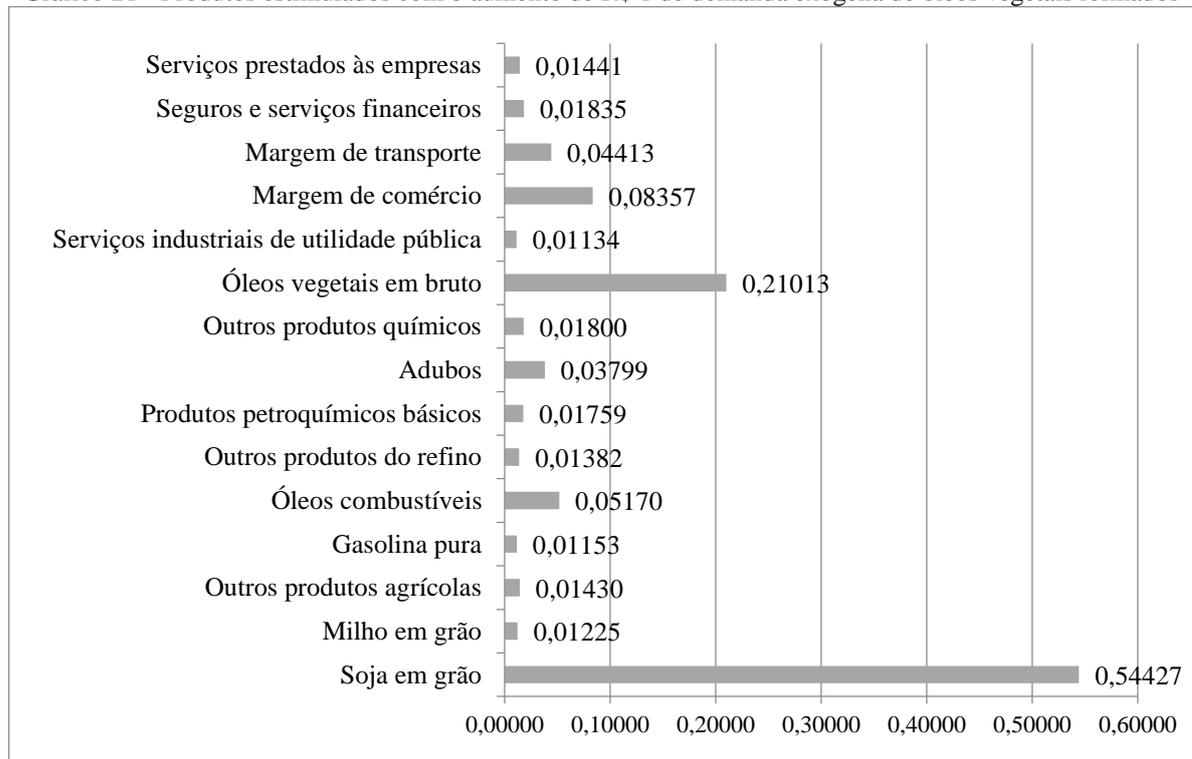


Fonte: Elaboração do autor (2015).

O principal produto na economia estimulado pela maior demanda de óleo vegetal em bruto é a soja em grão, que como fora analisado no capítulo 3, é a matéria-prima do óleo de soja, demonstrando a interligação do produto básico com o seu derivado industrializado. A maior necessidade de outros produtos englobados nos óleos vegetais em bruto também merece destaque, representando um estímulo indireto de cerca de R\$ 0,21 para cada aumento de R\$ 1 na demanda do óleo de soja em bruto. A maior diversidade de produtos estimulados pelo aumento da demanda dos óleos vegetais em bruto é característica importante da produção dos produtos da indústria de transformação (PORSSE, 2007).

A análise dos produtos estimulados pelo aumento de R\$ 1 de demanda exógena dos óleos vegetais refinados no gráfico 21 através da matriz inversa do modelo deste trabalho não apresentou grande alteração com relação à análise dos produtos dos óleos vegetais em bruto. A principal diferença, como pode ser visualizado no gráfico abaixo, surge de uma menor produção da soja em grão necessária.

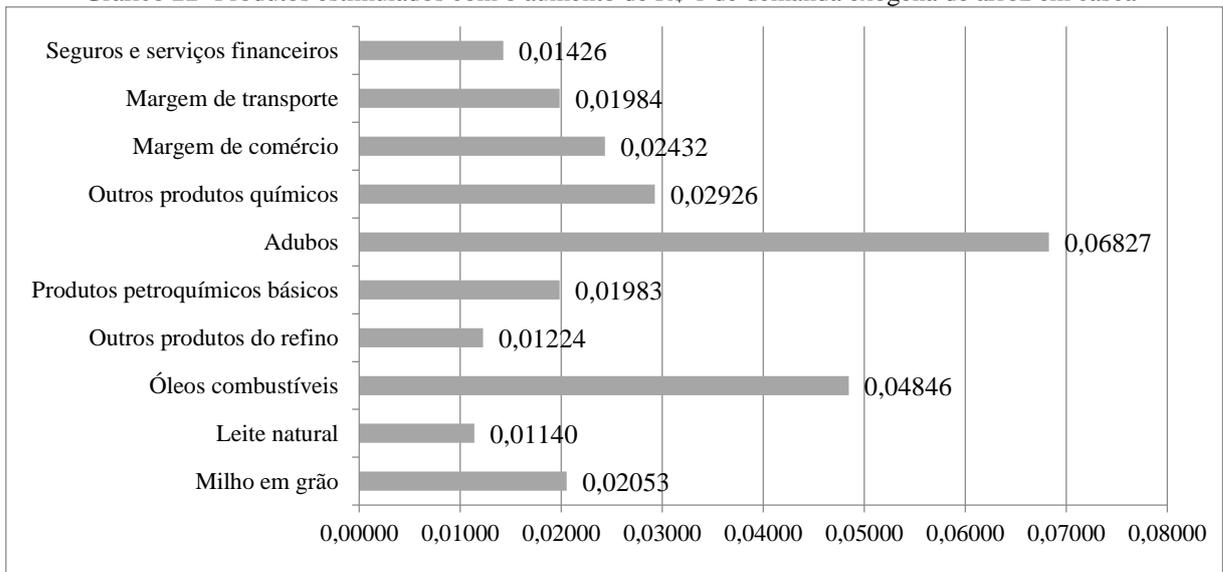
Gráfico 21 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de óleos vegetais refinados



Fonte: Elaboração do autor (2015).

A análise dos produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de arroz em casca está demonstrada no gráfico 22

Gráfico 22- Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de arroz em casca

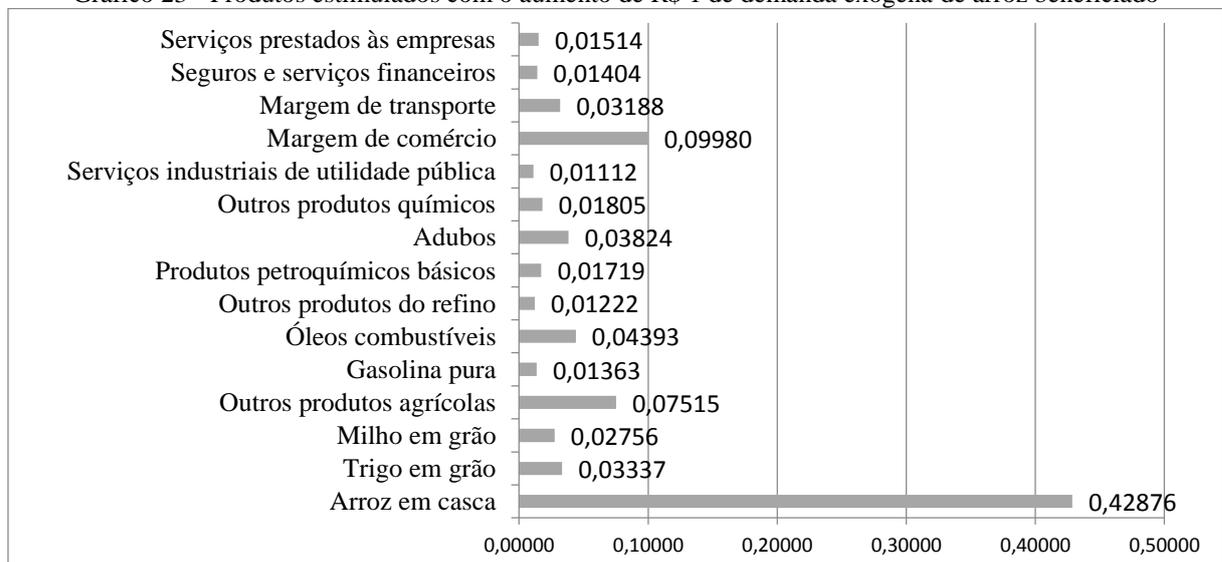


Fonte: Elaboração do autor (2015).

A maior demanda por arroz em casca na economia gera um efeito positivo na produção de adubos, outros produtos químicos, óleos combustíveis, transporte e comércio, que são importantes custos operacionais da lavoura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, segundo os dados do IRGA (2015a) estudados no capítulo 3. Outras interligações interprodutos importantes na estrutura produtiva do arroz em casca estão relacionadas aos produtos leite natural, milho em grão, outros produtos do refino e produtos petroquímicos básicos.

Os principais produtos demandados pela produção de arroz beneficiado estão demonstrados no gráfico 23.

Gráfico 23 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de arroz beneficiado

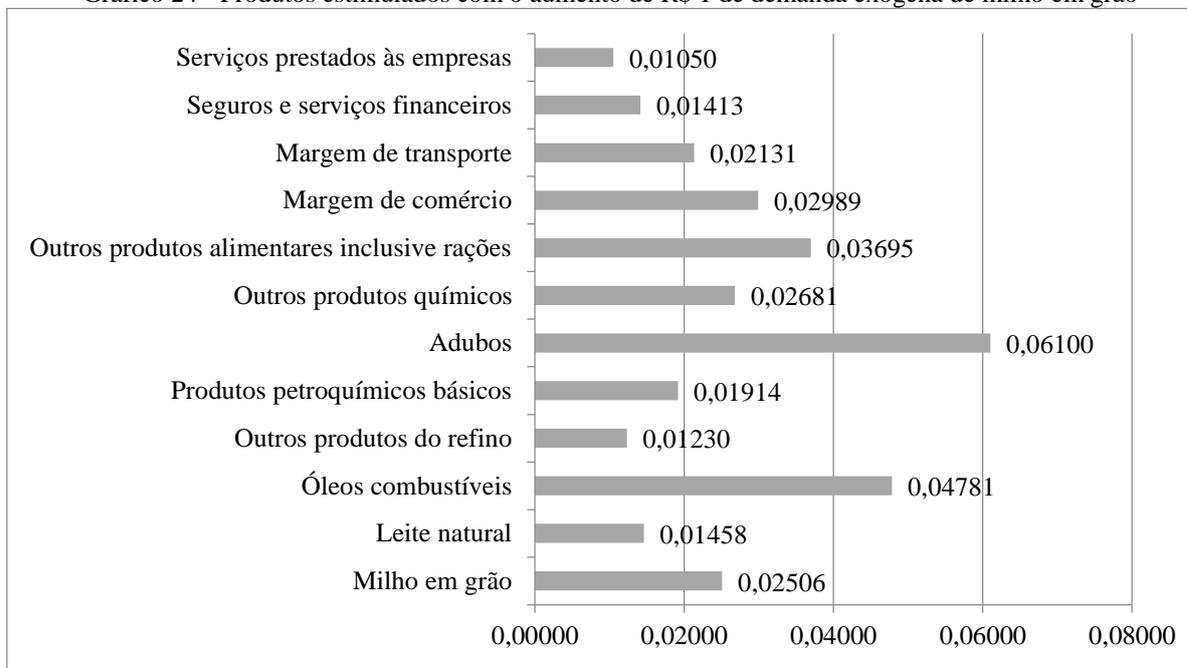


Fonte: Elaboração do autor (2015).

O produto arroz beneficiado gera uma produção indireta de cerca de R\$ 0,42 de arroz em casca para cada R\$ 1 a mais na sua demanda final, demonstrando a interligação do produto industrializado com a sua principal matéria-prima como mencionado no capítulo anterior. Os outros produtos do modelo que aumentaram sua produção através da maior demanda de arroz beneficiado de forma significativa foram a margem de comércio, os óleos combustíveis e diversos insumos utilizados para a produção da soja em grão, os quais sofrem o estímulo indireto do aumento da demanda pelos óleos vegetais.

A análise dos maiores produtos demandados como insumos do milho em grão através do impacto de R\$ 1 na sua demanda final é demonstrada no gráfico 24.

Gráfico 24 - Produtos estimulados com o aumento de R\$ 1 de demanda exógena de milho em grão



Fonte: Elaboração do autor (2015).

Da mesma forma que na análise da soja em grão e de arroz em casca, os adubos e outros produtos químicos recebem importante estímulo na sua produção pelo aumento da demanda final por milho em grão sendo um reflexo dos custos operacionais da lavoura de milho estudados através dos dados do capítulo anterior. Há também a presença de aumento significativo na produção dos produtos ligados a transporte, comércio, óleos combustíveis, outros produtos alimentares inclusive ração e uma produção adicional de cerca de R\$ 0,025 relacionada à própria cultura do milho.

Neste capítulo, utilizou-se das ferramentas da análise insumo-produto, com o objetivo de estudar as interações inter-produtos entre as culturas de soja, arroz, milho e seus produtos

derivados na economia, com o objetivo de complementar a análise sobre as principais características e impactos das culturas com relação à economia do Estado do Rio Grande do Sul iniciadas no capítulo anterior.

Os modelos de matriz inversa produto por produto aberto e fechado estimados para este trabalho baseados no modelo original setor-por-setor de 2003 divulgado pela FEE foram utilizados para o cálculo total e decomposição dos multiplicadores de impacto da produção, valor adicionado e geração de empregos dos produtos soja em grão, arroz em casca, milho em grão, óleos vegetais em bruto, óleos vegetais refinados e arroz beneficiado. Posteriormente, foi analisada a estrutura produtiva de cada produto selecionado através das colunas da matriz do modelo aberto estimado.

Os principais resultados apontaram características próprias de cada produto com relação às variáveis econômicas analisadas no estudo dos multiplicadores. Os maiores multiplicadores de impacto da produção foram provenientes dos óleos vegetais e do arroz beneficiado. Os maiores multiplicadores de impacto sobre o valor adicionado vieram da soja em grão e do arroz em casca e, por último, o maior impacto, na geração de empregos, esteve relacionado ao milho em grão.

Na análise da estrutura produtiva de cada produto deste trabalho, observou-se a importância dos óleos combustíveis como insumo essencial. Nos produtos soja em grão, arroz em casca e milho em grão, os adubos são produtos fortemente demandados como insumos da produção, juntamente com outros produtos químicos, milho em grão, seguros e serviço financeiro, comércio, e transporte. Nos produtos óleos vegetais e arroz beneficiado, há forte relação de interdependência dos insumos soja em grão e arroz em casca respectivamente culminando em efeitos indiretos no aumento da produção de adubos e outros insumos utilizados pelos produtos agrícolas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou demonstrar a importância das culturas de soja em grão, arroz em casca, milho em grãos e os seus principais produtos derivados para o Estado do Rio Grande do Sul através da análise insumo-produto utilizando como base na Matriz insumo-produto do Rio Grande do Sul de 2003 (PORSSE, 2003). O pensamento de Leontief sobre a Ciência Econômica foi explorado na seção 2.1 e o objetivo de unir a análise dos dados factuais com um modelo teórico consistente para explicar a importância da produção das culturas para o Estado e a análise das suas estruturas produtivas foi perseguido.

O modelo teórico básico de Leontief e os seus aprimoramentos através da abordagem commodity-by-industry foram apresentados juntamente com a análise insumo-produto que utiliza a matriz inversa de Leontief para a previsão e para o cálculo dos multiplicadores de impacto. O modelo que melhor se enquadrou ao objetivo deste trabalho dentro da abordagem commodity-by-industry foi o modelo commodity-by-commodity with industry technology, devido ao menor nível de alteração necessário das tabelas da matriz insumo-produto divulgadas na publicação oficial e a não existência de números negativos no cálculo da sua inversa.

No capítulo 3 foram estudadas as principais características das culturas de soja, arroz e milho com relação ao histórico da produção no Rio Grande do Sul, o manejo da produção e dados relativos aos fluxos internacionais do Estado dos produtos que posteriormente foram alvos da análise insumo-produto. A produção de soja em grão apresentou aumento da sua produção no Rio Grande do Sul na última década e evolução no comércio exterior representando mais de 25% das exportações totais. Na produção dos derivados da soja compostos pelo farelo de soja e óleos de soja, o Estado teve crescimento no processamento da soja para a produção do óleo de soja bruto, porém vem apresentando queda no refino de soja que possui maior grau de intensificação tecnológica na sua produção. Na produção de arroz, o Estado é o líder na produção nacional com uma participação de 66,93% de todo o arroz produzido no país tornando-se um expoente na produção desta cultura. A indústria de beneficiamento do arroz apresenta uma grande concentração com as 10 maiores indústrias sendo responsáveis por 46,83% de todo o arroz beneficiado. A produção da lavoura de milho no Rio Grande do Sul apresentou uma queda na área colhida nos últimos anos e diminuição na participação nacional, mantendo a sua produção somente através de ganhos de produtividade. O milho serve como ração para as aves de corte e de suínos e portanto a sua

produção é importante para evitar a necessidade de importações interestaduais ou internacionais do grão pelo Rio Grande do Sul.

A estrutura dos custos operacionais das lavouras de soja e milho foram analisadas com base nos dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e os custos operacionais da lavoura de arroz irrigado foi analisada com base nos do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA). Os dados das lavouras de soja e milho para um período o período entre 2000 e 2013 apresentaram um aumento na participação dos custos operacionais relacionados aos fertilizantes e defensivos agrícolas e uma diminuição nos custos relacionados a utilização de máquinas. Na lavoura de arroz irrigado de acordo com os dados do IRGA os maiores custos operacionais são com o uso de fertilizantes (adubos de base e cobertura), agroquímicos, mão-de-obra, transporte, irrigação e combustível para as operações na lavoura.

O objetivo deste trabalho foi a análise da importância das culturas de soja, milho e arroz para o estado do Rio Grande do Sul através da análise insumo-produto efetuada no capítulo 4. Os modelos de matriz inversa produto-por-produto aberto e fechado estimados foram utilizados para o cálculo total e decomposição dos multiplicadores de impacto da produção, valor adicionado e geração de empregos dos produtos soja em grão, arroz em casca, milho em grão, óleos vegetais em bruto, óleos vegetais refinados e arroz beneficiado. Posteriormente, a estrutura produtiva de cada um destes produtos representativos foi analisada buscando os maiores efeitos indiretos na produção de outros produtos utilizados como insumos.

No ano de 2003 as culturas de soja e arroz apresentaram os maiores impactos no valor adicionado, enquanto o arroz beneficiado e os produtos da indústria de transformação da soja apresentaram os maiores multiplicadores de impacto na produção fruto de uma maior necessidade de insumos de outros produtos da economia. No que diz respeito à geração de empregos, o milho em grão apresentou maior destaque com uma geração de 110 postos de trabalho para cada R\$ 1 milhão a mais de demanda na economia no modelo estudado.

A análise da estrutura produtiva de cada um dos produtos da matriz insumo-produto relacionados as culturas de soja, arroz e milho mostrou uma elevada importância para os óleos combustíveis como insumos à produção. Os produtos soja em grão, arroz em casca e milho em grão mostraram na sua estrutura produtiva forte requisitos por adubo, outros produtos químicos e produtos relacionados ao transporte, comércio, seguros e serviços financeiros. Os produtos óleos vegetais em bruto, óleos vegetais refinados e arroz beneficiado apresentaram maior necessidade de suas respectivas matérias-primas a soja em grão e o arroz em casca e

geraram um efeito-cascata estimulando a produção de produtos utilizados como insumo nos seus produtos básicos.

A análise insumo-produto a partir da estimação da matriz inversa do modelo commodity-by-commodity se mostrou efetiva na análise da produção das culturas selecionadas ao detectar as interligações entre produtos na economia necessários como insumos para a produção e complementar o estudo feito com base na análise dos custos operacionais. Os possíveis desdobramentos deste trabalho podem incluir a análise dos impactos no valor adicionado por municípios do Rio Grande do Sul observando que a Fundação de Economia e Estatística divulga dados relativos a produção municipal em toneladas das culturas do Estado. Desta forma, é possível mostrar o quanto que o município contribui para o aumento do PIB estadual devido a produção de determinada cultura.

Os multiplicadores de impacto também podem servir como ferramenta auxiliar nas decisões sobre o investimento público dependendo dos objetivos do Governo. Decisões que visem aumentar o valor adicionado (PIB) da economia devem ser direcionadas para os produtos ou setores que possuem elevado multiplicador desta variável econômica na análise insumo-produto, o mesmo tipo de avaliação pode ser feito com relação ao emprego.

A análise insumo-produto pode também atender a demanda de avaliação de impactos ao todo na economia com relação a efeitos climáticos que prejudicam a produção das culturas. De acordo com a definição de equilíbrio geral, o impacto na produção de determinado produto da economia acaba afetando a demanda final de maneira específica dependendo das suas interligações no sistema econômico.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO brasileiro do milho 2005. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2005. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/20/2005/01/20050101_faffb6b2f/pdf/3253_2005_milho_double_web.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015.
- ARAÚJO, Jorge Paulo; SOUZA, Nali de Jesus de. Sistemas de Leontief. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, p. 125-144, nov. 1998. Disponível em: <<http://www.upf.br/seer/index.php/rtee/article/view/4789>>. Acesso em: 05 jul. 2015.
- ARROW, Kenneth J.; DEBREU, Gerard. Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. **Econométrica**, Cambridge, Massachusetts, p. 265-290, July 1954. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1907353>>. Acesso em: 19 jul. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO - ABIMILHO. **Estatísticas**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatisticas>>. Acesso em: 20 out. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. **Estatística**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>>. Acesso em: 08 out. 2015.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DO BRASIL - APROSOJA BRASIL. **Uso da Soja**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/uso-da-soja/>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE MATO GROSSO - APROSOJA. **A história do Milho**. Cuiabá, 215. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-do-milho>>. Acesso em: 11 out. 2015.
- AZAMBUJA, Isabel H. Vernetti et al. **Arroz**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 2002. (Série Culturas). Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/download/CAPC/serie_culturas_arroz.pdf>. Acesso em: 16 out. 2015.
- BESKOW, Paulo R. A formação da economia arrozeira do Rio Grande do Sul. **Ensaios FEE**, Porto Alegre, p. 55-84, abr. 1984. Disponível em: <<http://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/view/322/542>>. Acesso em: 05 out. 2015.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Balança Comercial**: Unidades da Federação. Brasília, 2015a. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1076>>. Acesso em 05 out. 2015
- _____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Sistema AliceWeb**. Brasília, 2015b. Disponível em: <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2009.

_____. Ministério do Trabalho Emprego. **Programa de Disseminação de Estatísticas do Trabalho (PDET)**. Brasília, 2015c. Disponível em: <<http://acesso.mte.gov.br/portal-pdet/>>. Acesso em: 23 out. 2015.

BRUE, Stanley L. **História do Pensamento Econômico**. 6. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

CHIANG, Alpha C.; WAINWRIGHT, Kevin. **Matemática para economistas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Balanco de oferta e demanda brasileira**. Brasília, 2015a. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_18_16_13_02_0601_-_balanco_de_oferta_e_demanda_brasileira-set2015.pdf>. Acesso em: 14 out. 2015.

_____. **Séries Históricas**. Brasília, 2015b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em 08 out. 2015.

_____. **Custos de Produção**, Brasília, 2015c. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1546&t=2>>. Acesso em: 08 out. 2015.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTADÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS - DIEESE. **Metodologia da Cesta Básica de Alimentos**, São Paulo, 2015. Disponível em: <Metodologia da Cesta Básica de Alimentos>. Acesso em: 21 ago. 2015.

EKELUND JUNIOR, Robert B.; HÉBERT, Robert F. **A History of Economic Theory and Method**. 5. ed. Long Grove, Illinois: Waveland Press, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÀRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**, Londrina, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/index.htm>>. Acesso em 08 out. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÀRIA CLIMA TEMPERADO - EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**, Pelotas, 2013. 124 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/clima-temperado/busca-de-publicacoes/-/publicacao/981266/indicacoes-tecnicas-para-o-cultivo-de-milho-e-de-sorgo-no-rio-grande-do-sul-safras-20132014-e-20142015>>. Acesso em: 21 out. 2015.

_____. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/>>. Acesso em: 3 out. 2015.

EUROSTAT. **Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables**. Luxemburg,: Publication Of The European Communities, 2008. (Methodologies and working papers). Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-RA-07-013>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat - Statistics division**. Rome, Italy. 2015. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/E>>. Acesso em: 5 out. 2015

FRIEDRICH, Delnei Nunes. **Análise do emprego setorial no Rio Grande do Sul baseado em modelo insumo-produto**. 2002. 119 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4264>>. Acesso em: 09 ago. 2015.

FEEDados. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://feedados.fee.tche.br/feedados/>>. Acesso em: 08 out. 2015.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA - FEE. **SOBRE a FEE**. Porto Alegre, 2015a. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/sobre-a-fee/>>. Acesso em: 05 mai 2015.

_____. **Nota Metodológica**. Porto Alegre, 2015b. Disponível em: <<http://cdn.fee.tche.br/exportacoes/nota-metodologica.pdf>>. Acesso em 1 de nov. 2015.

GUILHOTO, Joaquim José Martins. Input-Output Analysis: Theory and Foundations. **Munich Personal Repec Archive**, Munich, p. 1-6,. Ago. 2011. Disponível em: <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/32566/>>. Acesso em: 24 jul. 2015.

HAWKINS, David; SIMON, Herbert A.. Note: Some Conditions of Macroeconomic Stability. **Econometrica**, Cambridge, Massachusetts., v. 17, n. 3/4, p.245-248, June/Oct. 1949.

HOROWITZ, Karen J.; PLANTING, Mark A.. **Concepts and Methods of the U.S. Input-Output Accounts**. Bureau Of Economic Analysis (BEA). Washington, Dc, p. 1-263. Sep. 2009. Disponível em: <http://www.bea.gov/papers/pdf/IOmanual_092906.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv61914.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2015.

_____. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA: Pesquisa Pecuária Municipal 2014, 2015**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/default.asp?o=27&i=P>>. Acesso em: 20 out. 2015.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009: Despesas, Rendimentos e Condições de Vida**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009/POFpublicacao.pdf>. Acesso em: 14 out. 2015.

_____. **Matriz de insumo-produto: Brasil: 2000/2005 / IBGE, Coordenação de Contas Nacionais**. 23. Ed. Rio de Janeiro, 2008. 57 p. (Contas nacionais, ISSN 1415-9813). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv40681.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

_____. **Métodos de Cálculo**. 7. Ed. Rio de Janeiro, 2013. (Relatórios Metodológicos).

Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultinpc.shtm>.

Acesso em: 3 out. 2015.

_____. **O IBGE**. Rio de Janeiro, 2015b. Disponível em:

<://www.ibge.gov.br/home/issãonação/eventos/issãonação/default.shtm>. Acesso em: 25 jun. 2015.

_____. **Pesquisa Industrial 2003 Empresa**. 22. Ed. Rio de Janeiro, 2003. 264 p. 22 v.

Disponível em:

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ – IRGA. **Custo de produção do arroz irrigado médio ponderado para a safra 2014/2015**. Porto Alegre, 2015^a. Disponível em:

<http://www.irga.rs.gov.br/upload/20150827150914custo_jan_2015_safra_2014_15_em_analise.pdf>. Acesso em: 05 out. 2015.

_____. **Série Histórica de Produção e Produtividade**. Porto Alegre, 2015b. Disponível em:

<http://www.irga.rs.gov.br/upload/20150720134318producao_rs_e_brasil.pdf>. Acesso em: 05 out. 2015..

_____. **Censo da Lavoura de Arroz Irrigado do Rio Grande do Sul – Safra 2004/05**.

Porto Alegre, 2006. Disponível em:

<<http://www3.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1292592973censodg3.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2015.

_____. **Ranking Beneficiamento 2014**. Porto Alegre, 2015c. Disponível em:

<http://www.irga.rs.gov.br/upload/20150324141901ranking_benf_2014.pdf>. Acesso em: 05 out. 2015.

LANDEFELD, J. Steven; MCCULLA, Stephanie H. Wassily Leontief and His Contributions to Economic Accounting. **Survey Of Current Business**. Washington, Dc, p. 9-11. Mar. 1999.

Disponível em: <<http://www.bea.gov/scb/pdf/NATIONAL/Inputout/1999/0399leon.pdf>>.

Acesso em: 03 jun. 2015.

LEONTIEF, Wassily. **Input-output Economics (1985)**. 2. Ed. New York: Oxford University Press, 1986.

_____. The State of Economic Science. **The Review Of Economics And Statistics**.

Cambridge, Massachusetts, p. 103-106. Mai. 1958. Disponível em:

<<http://www.jstor.org/stable/1925019>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

_____. Theoretical Assumptions and Nonobserved Facts. **The American Economic Review**. Cambridge, Massachusetts, p. 1-7. Mar. 1971. Disponível em:

<<http://www.jstor.org/stable/1910537>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

_____. **Introduction**. In: LEONTIEF, Wassily et al. *Studies in the Structure of the American Economy*. Cambridge, Massachusetts: Oxford University Press, 1952. P. 3-16.

_____. Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States. **The American Economic Review**. Cambridge, Massachusetts, p. 211-225. Maio 1949^a. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1831745>>. Acesso em: 26 maio 2015.

_____. Structural Matrices of National Economies. **Econometrica**. Cambridge, Massachusetts, p. 273-282. Jul. 1949b. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1907314>>. Acesso em: 26 maio 2015.

_____. Recent Developments in the Study of Interindustrial Relationships. Cambridge, Massachusetts, p. 211-225. Mai 1949^a. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1831745>>. Acesso em: 23 maio 2015.

LUZ, Antônio Newton Corrêa da. **A competitividade da agricultura brasileira: o Brasil é competitivo no comércio global de grãos?**. 2014. 150f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MARANGONI, Giandemetrio; ROSSIGNOLI, Domenico. Richard Stone's Contributions to Input-Output Analysis. In: INTERNATIONAL INPUT-OUTPUT CONFERENCE, 22., 2014, Lisboa, Portugal. **Conference**. Milan, Italy.: IIOA, 2014. P. 1 – 24. Disponível em: <[https://www.iioa.org/conferences/22nd/papers/files/1601_20140508101_Stone'sContributio nstoI-OAnalysis.pdf](https://www.iioa.org/conferences/22nd/papers/files/1601_20140508101_Stone'sContributio%20toI-OAnalysis.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2015.

MANUAL de Orientação da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS): ano-base 2014. Brasília: MTE, SPPE, DES, CGET, 2015. Disponível em: <http://www.rais.gov.br/sitio/rais_ftp/ManualRAIS2014.pdf>. Acesso em 30 out. 2015.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D.. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. 2. Ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MIRANDA, Rubens Augusto de et al. **Diagnóstico dos Problemas e Potencialidades da Cadeia Produtiva do Milho no Brasil**. Sete Lagoas, 2014. (Documentos 168). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009515/diagnostico-dos-problemas-e-potencialidades-da-cadeia-produtiva-do-milho-no-brasil>>. Acesso em: 12 out. 2015.

MIRANDA, Sílvia Helena Galvão de et al. A Cadeia Agroindustrial Orizícola do Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, Porto Alegre, set. 2009. P. 75-96. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/AnaliseEconomica/article/viewFile/5113/7453>>. Acesso em: 29 set. 2015.

MIRITZ, Luciane Dittgen. **Diferenciação e diversificação na agroindústria arroz do Rio Grande do Sul**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10915/000602686.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2015.

MORRONE, Henrique. Impactos dos investimentos do Plano de Aceleração do Crescimento e dos investimentos privados na economia gaúcha: uma análise de insumo-produto. **Textos**

Para Discussão FEE, Porto Alegre, 2015, n. 130, p.1-16, fev. 2015. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/20150209td-130-impactos-dos-investimentos-do-plano-de-aceleracao-do-crescimento-e-dos-investimentos-privados-na-economia-gaucha_-uma-analise-de-insumo-produto.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2015.

NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH – NBER. **About the NBER**. Cambridge, Massachussets, 2015. Disponível em: <<http://www.nber.org/info.html>>.

NICHOLSON, Walter; SNYDER, Cristopher. **Microeconomic Theory: Basic Principles and Extensions**. 11. Ed. South-western, United States: Cengage Learning, 2008.

PETROLI, Rafael. **Realidades e Perspectivas do Milho: Uma análise conjuntural e intersetorial**. 2009. 118 f. Monografia (Especialização em Economia) – Programa de Pós de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PINAZZA, Luis Antonio. **Cadeia produtiva da Soja**. Brasília, 2007^a. (Série Agronegócios, v. 2). Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/cadeia%20produtiva%20da%20soja.pdf>>

_____. **Cadeia produtiva do Milho**. Série Agronegócios, Brasília, v. 1, 2007b. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/cadeia%20produtiva%20do%20milho.PDF>>

PORSSE, Alexandre Alves (Coord.). **Matriz de Insumo-Produto do Rio Grande do Sul — 2003**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 2007. Disponível em: <<http://cdn.fee.tche.br/mip-rs-2003/arquivos/miprs-2003.pdf>>. Acesso em 15 out. 2015

_____. Multiplicadores de Impacto na Economia Gaúcha: Aplicação do Modelo insumo-produto fechado de Leontief. **Documentos FEE**, Porto Alegre, n. 52, p.6-31, jul. 2002. Disponível em: <http://cdn.fee.tche.br/documentos/documentos_fee_52.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2015.

RICHARDSON, Harry W.. Análise de Insumo-Produto: O modelo simples de insumo-produto. In: RICHARDSON, Harry W.. **Insumo-Produto e Economia Regional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978. Cap. 2. P. 17-34.

SÁ, R. de (Coord). **Matriz de Insumo-Produto do Rio Grande do Sul: 2008**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 2014^a. 50 p. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/20141120miprs.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

_____. Matriz de Insumo-Produto do Rio Grande do Sul — 2008: hipóteses, interpretações e principais resultados. In: PINCHLER, W. A. et al. (Org.). **Panorama socioeconômico e perspectivas para a economia gaúcha**. Porto Alegre, 2014b. p. 33-54.

SANTOS, Angela Margarida Diel dos. **A Evolução dos preços agrícolas e as bolsas de mercadorias e futuros: Um Estudo para o mercado da Soja em Grão, Farelo e Óleo no Brasil (1995-2002)**. 2003. 81 f. Dissertação (Mestrado em Economia na modalidade Profissionalizante) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SOJA. *Alimentus*: alimentos e novas tecnologias na UFRGS. **Soja**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/objetos-de-aprendizagem/soja/>>. Acesso em: 05 out. 2015.

SOUZA, Ângela Rozane Leal de. **Competitividade da Cadeia Produtiva de Arroz Beneficiado do Rio Grande do Sul e do Uruguai**: Um estudo utilizando a Matriz de Análise de Políticas (MAP). 2014. 197 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SOJA. *Alimentus*: alimentos e novas tecnologias na UFRGS. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/objetos-de-aprendizagem/soja/>>. Acesso em: 05 out. 2015.

TERRA de arroz. *Alimentus*: alimentos e novas tecnologias na UFRGS. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus1/terrardearroz/index.htm>>. Acesso em: 14 ago. 2015

UNITED NATIONS – UN. **Handbook of Input-Output Table Compilation and Analysis: Handbook of National Accounting**. New York, United States: United Nations, 1999. (F 74). Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/EconStatKB/Attachment541.aspx>>. Acesso em: 01 ago. 2015.

_____. **System of National Accounts 2008**. Luxemburg, 2008:United Nations. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna2008.asp>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Grain**: World Markets and Trade. Washington, DC, 2015. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 18 out. 2015.

ZAMBERLAN, Carlos Otávio et al. Inovação e diferenciação como estratégia competitiva na indústria gaúcha de beneficiamento de arroz: Um estudo de caso empresarial. **Gestão & Regionalidade**, São Caetano do Sul, p. 36-51, out. 2010. Disponível em: <http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_gestao/article/download/631/840>. Acesso em: 10 out. 2015.

WASSILY Leontief – Biographical. Nobelprize.org. Stockholm, 2015. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1973/leontief-bio.html>. Acesso em 15 jun. 2015.

APÊNDICE A – CUSTOS OPERACIONAIS DA LAVOURA DE SOJA NO RIO GRANDE DO SUL EM REAIS (R\$) POR HECTARE.

Despesas	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Operação com avião	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Operação com máquinas	73,61	94,15	108,23	154,09	161,81	154,09	192,79	176,53	97,15	151,61	154,60	157,60	113,61	117,83
Aluguel de máquinas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra temporária	3,67	4,42	4,92	5,71	5,55	5,30	8,74	13,94	13,24	15,12	15,12	13,22	20,13	0,00
Mão-de-obra fixa	8,16	10,80	12,00	14,40	15,60	15,60	21,00	22,80	29,04	32,56	35,72	0,00	0,00	37,96
Sementes	35,75	36,40	47,45	98,15	92,95	133,90	58,50	48,75	77,00	69,00	55,00	32,58	33,56	100,00
Fertilizantes	93,00	79,20	86,00	139,00	159,55	127,53	118,10	131,66	281,59	279,70	197,15	241,21	269,69	633,59
Defensivos/Agrotóxicos	88,24	79,99	88,37	109,60	133,51	140,26	232,47	172,22	216,18	185,91	139,42	127,17	122,63	313,12
Transporte externo	24,97	28,08	30,89	46,86	51,48	47,88	47,88	47,88	23,88	25,00	25,00	37,50	45,00	36,45
Recepção, limpeza, secagem e armazenagem 30-d	13,64	17,78	17,78	24,36	24,36	24,36	24,36	24,36	0,00	60,10	60,10	172,16	172,54	77,58
Seguro da Produção/PROAGRO	11,79	11,89	13,53	20,32	22,19	22,49	24,63	22,07	24,19	22,39	18,10	0,00	0,00	0,00
Assistência Técnica	6,05	6,10	6,94	10,42	11,38	11,53	12,63	11,32	16,68	15,44	12,48	10,78	11,54	24,09
Juros	12,89	10,13	11,55	20,97	19,64	21,24	20,77	17,97	23,88	28,08	22,27	25,51	24,84	39,68
Depreciação de benfeitorias/instalações	19,62	24,42	25,15	33,89	35,40	38,69	39,37	40,80	60,98	56,91	57,14	57,16	53,44	89,79
Depreciação de implementos	14,55	13,17	17,91	19,53	26,38	26,26	26,74	30,21	27,77	47,62	38,30	61,73	61,73	24,06
Depreciação de máquinas	43,70	48,33	61,90	86,96	96,24	100,43	101,32	89,79	16,17	51,36	53,49	48,03	45,54	49,36
Manutenção periódica de máquinas	18,57	25,08	27,62	35,50	37,27	35,50	33,77	29,93	14,44	34,52	32,65	42,65	0,34	15,93
Encargos sociais	4,81	6,37	7,08	8,50	9,20	9,20	12,39	13,45	17,13	19,21	21,07	0,00	0,34	17,31
Seguro do capital fixo	3,52	3,77	4,70	6,08	7,02	7,27	7,57	7,23	2,26	5,11	4,69	7,17	6,92	4,92
Custo operacional total	476,54	500,08	572,2	834,34	909,53	921,53	983,03	900,91	1061,58	1099,54	942,31	1034,47	981,85	1581,67

Fonte: Dados primários da CONAB (2015c) e elaboração do autor (2015).

APÊNDICE B – CUSTOS OPERACIONAIS DA LAVOURA DE MILHO NO RIO GRANDE DO SUL EM REAIS (R\$) POR HECTARE

Despesas	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Operação com avião	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Operação com máquinas	104,69	133,87	153,76	218,49	218,49	218,49	225,00	206,66	173,80	201,54	204,11	206,80	212,05	179,02
Aluguel de máquinas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão-de-obra temporária	5,42	6,24	6,96	8,08	7,65	9,14	10,40	14,56	10,80	10,80	10,80	11,38	14,03	0,00
Mão-de-obra fixa	6,80	10,80	12,00	14,40	14,40	15,60	18,00	22,80	29,04	32,56	35,72	38,16	43,52	71,56
Sementes	60,20	62,56	65,00	123,83	123,80	136,40	130,00	141,06	193,33	232,62	254,41	281,83	378,83	484,00
Fertilizantes	161,20	163,80	172,25	255,25	291,14	308,48	254,65	311,74	563,57	425,53	388,74	454,53	536,11	754,90
Defensivos/Agrotóxicos	97,57	93,56	103,79	127,78	158,55	166,12	119,82	112,33	177,61	209,88	173,33	101,22	106,01	200,43
Transporte externo	51,22	57,60	63,36	96,12	96,10	96,10	96,10	152,22	119,70	81,00	85,05	81,00	59,40	105,00
Recepção, limpeza, secagem e armazenagem 30-d	27,98	35,04	35,04	48,00	48,00	48,00	48,00	65,77	87,32	127,28	127,28	143,08	142,55	0,00
Seguro agrícola	17,00	18,36	20,04	29,17	31,75	33,31	29,56	31,56	33,30	32,27	30,95	0,00	0,00	0,00
Assistência Técnica	8,72	9,42	10,28	14,96	16,28	17,08	15,16	16,18	22,96	22,26	21,34	21,88	25,81	35,54
Juros	23,27	19,12	20,64	35,84	34,00	37,55	31,11	31,98	42,72	40,61	38,24	47,75	53,84	167,43
Depreciação de benfeitorias/instalações	22,72	24,13	27,98	36,07	35,15	41,77	43,42	45,28	43,69	59,73	60,12	58,04	59,39	45,62
Depreciação de implementos	17,31	10,84	11,75	11,80	20,66	21,43	23,96	21,99	34,89	44,74	35,41	41,47	64,10	78,22
Depreciação de máquinas	60,63	77,01	90,80	100,92	139,93	146,56	144,44	129,23	75,28	88,34	87,78	80,25	80,25	3,10
Manutenção periódica de máquinas	26,57	35,89	39,51	50,78	50,78	50,78	48,14	43,08	41,20	49,14	46,11	61,23	62,67	9,85
Encargos sociais	4,01	6,37	7,08	8,50	8,50	9,20	10,62	13,45	17,13	19,21	21,07	0,23	0,26	32,62
Seguro do capital fixo	4,78	5,33	6,05	6,64	9,17	9,65	9,97	9,19	5,71	6,89	6,33	9,19	9,44	4,95
Custo Operacional Total	700,09	769,94	846,29	1186,63	1304,35	1365,66	1258,35	1369,08	1672,04	1684,40	1626,79	1638,04	1848,26	2172,24

Fonte: Dados primários da CONAB (2015c) e elaboração do autor (2015).

APÊNDICE C – CUSTOS OPERACIONAIS DA LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO NO RIO GRANDE DO SUL EM REAIS (R\$) POR HECTARE.

Despesas	2014
Combustível para operações na lavoura	337,64
Combustível para Irrigação	93,54
Energia Elétrica para Irrigação	174,72
Sementes	206,88
Fertilizantes (Adubo de base e cobertura)	619,70
Agroquímicos	436,36
Operação com avião	154,00
Transporte externo (fretes)	303,62
Transporte interno	43,64
Aguador (pgto. %)	54,75
Administrador (pgto. %)	27,16
Taxas (CDO, Funrural, Licenciamento)	208,80
Secagem	352,47
Juros sob Custeio oficial	136,76
Juros sob capital próprio (custeio)	142,76
Salários	384,38
Reformas e manutenções	494,05
Depreciações	419,89
Custo operacional total	4591,12

Fonte: IRGA (2015^a) e elaboração do autor (2015).

APÊNDICE D – NÚMERO DE PESSOAS OCUPADAS POR PRODUTO NO RIO GRANDE DO SUL.

Produtos	Pessoal ocupado
Cana-de-açúcar	5.875
Arroz em casca	18.529
Trigo em grão	16.739
Soja em grão	76.487
Milho em grão	152.366
Fumo em folha	65.560
Outros produtos agrícolas	342.889
Produtos da exploração vegetal e da silvicultura	32.897
Bovinos e suínos	247.110
Leite natural	16.599
Aves vivas	67.915
Outros produtos pecuários	17.030
Produtos da pesca	431
Minério de ferro	0
Outros minerais	20.638
Carvão, petróleo, gás e outros	661
Produtos minerais não-metálicos	15.572
Produtos siderúrgicos básicos	3.753
Laminados de aço	2.962
Produtos metalúrgicos não-ferrosos	0
Outros produtos metalúrgicos	637
Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	52.159
Tratores e máquinas de terraplanagem	3.041
Material elétrico	14.234
Equipamentos eletrônicos	3.790
Automóveis, caminhões e ônibus	28.266
Outros veículos e peças	27.726
Madeira e mobiliário	92.365
Papel, celulose, papelão e artefatos	33.854
Produtos derivados da borracha	5.058
Elementos químicos não-petroquímicos e álcool	2.716
Gasolina pura	0
Óleos combustíveis	0
Outros produtos do refino	1.090
Produtos petroquímicos básicos	2.305
Resinas	1.805
Gasoálcool	0
Adbos	1.066
Tintas	1.563
Outros produtos químicos	9.083
Produtos farmacêuticos e de perfumaria	2.275

Produtos	Pessoal ocupado
Artigos de plástico	14.427
Fios têxteis naturais	61
Tecidos naturais	2.352
Fios têxteis artificiais	545
Tecidos artificiais	1.250
Outros produtos têxteis	934
Artigos do vestuário	63.442
Produtos de couro e calçados	292.965
Produtos do café	592
Arroz beneficiado	7.223
Farinha de trigo	2.055
Outros produtos vegetais beneficiados	1.697
Produtos do fumo	3.593
Carne bovina, suína e outras	14.686
Carne de aves abatidas	26.513
Leite beneficiado	1.030
Outros laticínios	10.800
Açúcar	320
Óleos vegetais em bruto	4.050
Óleos vegetais refinados	1.753
Outros produtos alimentares inclusive rações	71.703
Bebidas	7.338
Produtos diversos	33.867
Serviços industriais de utilidade pública	25.776
Produtos da construção civil	316.858
Margem de comércio	818.394
Margem de transporte	195.444
Comunicações	25.328
Seguros e serviços financeiros	74.161
Alojamento e alimentação	54.956
Outros serviços	220.547
Saúde e educação mercantis	132.851
Serviços prestados às empresas	276.352
Aluguel de imóveis	11.095
Aluguel imputado	17.719
Administração pública	240.944
Saúde pública	97.500
Educação pública	172.030
Serviços privados não-mercantis	528.176

Fonte: Elaboração do autor (2015).

APÊNDICE E- VETORES VALOR ADICIONADO-PRODUTO E PESSOAL OCUPADO-PRODUTO.

valor adicionado/produção	emprego/produção
0,00000	69,93164
0,30074	4,56283
0,83721	8,84869
0,53051	12,78594
0,19730	87,64586
0,10866	44,87489
0,55523	114,21968
0,20154	74,68028
0,24041	78,29193
0,13429	12,16559
0,15966	33,14980
0,21864	22,82149
0,36129	26,24338
0,00000	0,00000
0,40077	54,42156
0,00207	6,10472
0,37390	10,55262
0,14968	7,43792
0,52557	1,71151
0,25801	0,00000
0,44749	0,15360
0,82611	6,44378
0,90409	1,31974
0,73452	7,56021
0,88305	2,16819
0,99385	5,06203
0,52454	5,18003
0,77131	24,20457
0,48073	11,31994
0,44878	1,94203
0,13586	2,81352
0,00945	0,00000
0,03547	0,00000
0,18825	0,28126
0,18045	0,46366
0,62355	0,29082
0,85552	0,00000
0,20404	0,41916
0,42302	1,41309

(continua)

valor adicionado/produção	emprego/produção
0,40922	2,19312
0,99012	5,70104
0,41868	8,14408
0,33448	0,62565
0,57622	115,8469
0,3708	1,59417
0,33991	11,76853
0,63361	1,13292
0,92451	50,11179
0,81586	29,92741
0,85833	10,96489
0,98372	1,44117
0,43637	2,49941
0,99093	2,78158
0,88822	0,84105
0,60339	3,19876
0,97665	5,98701
0,74215	0,58376
0,81183	21,48338
0,49228	11,80437
0,60717	0,95863
0,79969	1,11236
0,6864	12,28156
0,73445	2,47125
0,83017	24,7726
0,42264	4,91103
0,6868	42,47775
0,53955	45,85218
0,53072	18,33311
0,46423	4,7853
0,1887	8,12747
0,79987	12,61904
0,7962	38,12712
0,92762	38,12772
0,05022	49,66824
0,5727	1,70181
1	1,7017
1	23,53829
1	23,53813
1	23,5383
1	195,95364

Fonte: Elaboração do autor (2015).

APÊNDICE F - DECOPOSIÇÃO DOS MULTIPLICADORES DE IMPACTO DA PRODUÇÃO .

Produto	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Óleos vegetais em bruto	1,000000	1,216539	0,248643	2,465183
Óleos vegetais refinados	1,000000	1,216349	0,248664	2,465013
Carne de aves abatidas	1,000000	1,194668	0,165664	2,360333
Leite beneficiado	1,000000	1,181894	0,143835	2,325729
Carne bovina, suína e outras	1,000000	1,099668	0,180600	2,280268
Farinha de trigo	1,000000	0,996879	0,247515	2,244394
Arroz beneficiado	1,000000	0,992338	0,248235	2,240573
Outros produtos vegetais beneficiados	1,000000	0,979506	0,249404	2,228910
Outros laticínios	1,000000	0,943372	0,186792	2,130164
Produtos do fumo	1,000000	0,929793	0,196151	2,125944
Produtos de couro e calçados	1,000000	0,976486	0,141716	2,118202
Outros produtos alimentares inclusive rações	1,000000	0,925522	0,165042	2,090564
Bebidas	1,000000	0,914376	0,168566	2,082942
Margem de transporte	1,000000	0,839954	0,171276	2,011230
Artigos de plástico	1,000000	0,876789	0,098528	1,975318
Outros produtos químicos	1,000000	0,858658	0,114582	1,973240
Tintas	1,000000	0,858658	0,114582	1,973240
Adubos	1,000000	0,858658	0,114582	1,973240
Produtos petroquímicos básicos	1,000000	0,751029	0,175251	1,926280
Gasolina pura	1,000000	0,751029	0,175251	1,926280
Óleos combustíveis	1,000000	0,751029	0,175251	1,926280
Outros produtos do refino	1,000000	0,751029	0,175251	1,926280
Resinas	1,000000	0,751029	0,175251	1,926280
Produtos farmacêuticos e de perfumaria	1,000000	0,787885	0,083249	1,871134
Aves vivas	1,000000	0,691003	0,152220	1,843223
Gasóócool	1,000000	0,535192	0,305656	1,840848
Margem de comércio	1,000000	0,546512	0,282495	1,829007
Outros produtos pecuários	1,000000	0,632860	0,188659	1,821519
Bovinos e suínos	1,000000	0,604563	0,206393	1,810956
Automóveis, caminhões e ônibus	1,000000	0,722449	0,086797	1,809246
Produtos derivados da borracha	1,000000	0,719993	0,081941	1,801933
Produtos da pesca	1,000000	0,565075	0,231140	1,796215
Leite natural	1,000000	0,554691	0,237648	1,792339
Fios têxteis naturais	1,000000	0,704696	0,077564	1,782260
Tecidos naturais	1,000000	0,704696	0,077564	1,782260
Outros produtos têxteis	1,000000	0,704696	0,077564	1,782260
Fios têxteis artificiais	1,000000	0,704696	0,077564	1,782260
Tecidos artificiais	1,000000	0,704696	0,077564	1,782260
Madeira e mobiliário	1,000000	0,678674	0,101496	1,780170

(continua)

Produto	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Milho em grão	1,000000	0,425480	0,317474	1,742954
Cana-de-açúcar	1,000000	0,414395	0,324381	1,738776
Comunicações	1,000000	0,620128	0,114197	1,734325
Outros produtos agrícolas	1,000000	0,397958	0,334603	1,732561
Soja em grão	1,000000	0,378974	0,346412	1,725386
Trigo em grão	1,000000	0,378381	0,346781	1,725161
Fumo em folha	1,000000	0,376392	0,348019	1,724412
Arroz em casca	1,000000	0,374435	0,349236	1,723671
Açúcar	1,000000	0,432942	0,290527	1,723469
Produtos da exploração vegetal e da silvicultura	1,000000	0,390580	0,317025	1,707605
Outros serviços	1,000000	0,491213	0,214562	1,705774
Saúde e educação mercantis	1,000000	0,491210	0,214564	1,705774
Alojamento e alimentação	1,000000	0,491210	0,214564	1,705774
Administração pública	1,000000	0,330949	0,372118	1,703067
Saúde pública	1,000000	0,330949	0,372118	1,703067
Educação pública	1,000000	0,330949	0,372118	1,703067
Produtos diversos	1,000000	0,631703	0,069038	1,700741
Tratores e máquinas de terraplanagem	1,000000	0,555152	0,107337	1,662489
Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	1,000000	0,555152	0,107337	1,662489
Equipamentos eletrônicos	1,000000	0,588878	0,057218	1,646096
Papel, celulose, papelão e artefatos	1,000000	0,565099	0,075144	1,640243
Outros veículos e peças	1,000000	0,556825	0,081844	1,638669
Produtos da construção civil	1,000000	0,521267	0,108262	1,629529
Material elétrico	1,000000	0,561537	0,060559	1,622096
Produtos minerais não-metálicos	1,000000	0,547273	0,061220	1,608493
Serviços industriais de utilidade pública	1,000000	0,469442	0,095233	1,564675
Minério de ferro	1,000000	0,502113	0,056851	1,558963
Outros minerais	1,000000	0,502113	0,056851	1,558963
Seguros e serviços financeiros	1,000000	0,352263	0,185195	1,537457
Produtos do café	1,000000	0,451591	0,079635	1,531225
Elementos químicos não-petroquímicos e álcool	1,000000	0,465516	0,041637	1,507153
Outros produtos metalúrgicos	1,000000	0,431473	0,057878	1,489351
Aluguel de imóveis	1,000000	0,149410	0,336587	1,485998
Aluguel imputado	1,000000	0,149410	0,336587	1,485998
Artigos do vestuário	1,000000	0,441381	0,040586	1,481967
Produtos metalúrgicos não-ferrosos	1,000000	0,384894	0,030266	1,415160
Laminados de aço	1,000000	0,356333	0,043889	1,400222
Produtos siderúrgicos básicos	1,000000	0,356333	0,043889	1,400222
Serviços prestados às empresas	1,000000	0,246475	0,124727	1,371202
Carvão, petróleo, gás e outros	1,000000	0,197407	0,019500	1,216906
Serviços privados não-mercantis	1,000000	0,087442	0,063723	1,151165

APÊNDICE G - DECOMPOSIÇÃO DOS MULTIPLICADORES DE IMPACTO DO VAB POR PRODUTO

Produtos	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Margem de comércio	0,539546	2,385908	0,117927	3,043381
Margem de transporte	0,530722	1,239648	0,126706	1,897077
Óleos combustíveis	0,035468	1,768979	0,086456	1,890903
Soja em grão	0,530509	1,014186	0,027231	1,571926
Outros produtos alimentares inclusive rações	0,686396	0,636714	0,147887	1,470997
Resinas	0,623550	0,803843	0,025964	1,453357
Arroz em casca	0,300742	1,108105	0,024486	1,433333
Aluguel imputado	1,000000	0,000000	0,360042	1,360042
Serviços industriais de utilidade pública	0,422643	0,776898	0,141217	1,340758
Serviços prestados às empresas	0,050221	1,190548	0,077570	1,318340
Produtos petroquímicos básicos	0,180452	1,084160	0,046137	1,310749
Aluguel de imóveis	0,572696	0,555103	0,173093	1,300893
Comunicações	0,464232	0,659616	0,151723	1,275570
Outros produtos agrícolas	0,555234	0,650248	0,069760	1,275242
Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	0,826110	0,396046	0,022195	1,244351
Óleos vegetais em bruto	0,607174	0,559609	0,026434	1,193217
Gasoálcool	0,855522	0,161012	0,172311	1,188846
Automóveis, caminhões e ônibus	0,993852	0,006343	0,163927	1,164122
Outros produtos químicos	0,409221	0,705175	0,048185	1,162581
Outros serviços	0,796200	0,167089	0,171422	1,134711
Serviços privados não-mercantis	1,000000	0,000000	0,093201	1,093201
Produtos da construção civil	0,686799	0,347636	0,056634	1,091068
Produtos farmacêuticos e de perfumaria	0,990119	0,001598	0,093860	1,085577
Saúde e educação mercantis	0,927623	0,040648	0,115147	1,083418
Artigos do vestuário	0,924507	0,071202	0,079993	1,075703
Outros veículos e peças	0,524544	0,472236	0,070763	1,067543
Alojamento e alimentação	0,799875	0,137847	0,127464	1,065186
Leite beneficiado	0,742151	0,280952	0,038566	1,061669
Produtos de couro e calçados	0,815856	0,197943	0,047665	1,061464
Carne de aves abatidas	0,976652	0,022458	0,045561	1,044671
Produtos do fumo	0,888224	0,111638	0,036504	1,036366
Madeira e mobiliário	0,771309	0,207225	0,050608	1,029142
Arroz beneficiado	0,983724	0,018790	0,023172	1,025687
Outros produtos metalúrgicos	0,447495	0,541106	0,032529	1,021130
Carne bovina, suína e outras	0,603388	0,318703	0,095938	1,018029
Administração pública	1,000000	0,000000	0,006856	1,006856
Seguros e serviços financeiros	0,188704	0,710379	0,105570	1,004653

(continua)

Produtos	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Outros produtos vegetais beneficiados	0,990932	0,00159	0,010631	1,003152
Saúde pública	1	0	0	1
Educação pública	1	0	0	1
Equipamentos eletrônicos	0,883047	0,08083	0,032092	0,995969
Bebidas	0,734448	0,175992	0,084531	0,994972
Outros produtos do refino	0,188247	0,737935	0,052657	0,978838
Óleos vegetais refinados	0,799694	0,152143	0,02637	0,978207
Adubos	0,20404	0,739402	0,021922	0,965363
Trigo em grão	0,83721	0,119396	0,0031	0,959707
Papel, celulose, papelão e artefatos	0,480731	0,422026	0,048366	0,951124
Tratores e máquinas de terraplanagem	0,904085	0,045631	0,000498	0,950215
Produtos diversos	0,830174	0,060327	0,033252	0,923753
Material elétrico	0,73452	0,131857	0,04157	0,907946
Leite natural	0,134292	0,726229	0,029886	0,890407
Produtos do café	0,858335	0,019335	0,006112	0,883782
Outros laticínios	0,811828	0,037045	0,021093	0,869966
Bovinos e suínos	0,240415	0,532035	0,036291	0,808741
Outros produtos têxteis	0,63361	0,13862	0,018858	0,791089
Produtos derivados da borracha	0,44878	0,310525	0,027464	0,78677
Fios têxteis artificiais	0,370798	0,344914	0,007113	0,722825
Laminados de aço	0,52557	0,188665	0,007856	0,722092
Artigos de plástico	0,418675	0,274014	0,016604	0,709293
Milho em grão	0,197302	0,44431	0,028418	0,67003
Tintas	0,423023	0,192824	0,0141	0,629946
Produtos minerais não-metálicos	0,373904	0,205125	0,034738	0,613767
Aves vivas	0,159661	0,403579	0,031128	0,594368
Tecidos naturais	0,576216	0,006027	0,001515	0,583759
Gasolina pura	0,009448	0,532187	0,041102	0,582737
Farinha de trigo	0,436365	0,118251	0,02138	0,575996
Açúcar	0,49228	0,004316	0,010183	0,50678
Outros minerais	0,400766	0,092537	0,003892	0,497195
Outros produtos pecuários	0,218637	0,259908	0,011098	0,489644
Fumo em folha	0,108665	0,305121	0,011138	0,424924
Fios têxteis naturais	0,334479	0,079431	0,001427	0,415336
Elementos químicos não-petroquímicos e álcool	0,135861	0,241283	0,015082	0,392226
Tecidos artificiais	0,339911	0,043363	0,003819	0,387092
Produtos da pesca	0,361294	0,002026	0,000154	0,363475
Produtos da exploração vegetal e da silvicultura	0,201543	0,095166	0,010714	0,307423
Produtos metalúrgicos não-ferrosos	0,258009	0,040851	0,001326	0,300186
Produtos siderúrgicos básicos	0,149683	0,139747	0,00266	0,29209
Cana-de-açúcar	0	0,041169	0,001952	0,04312
Carvão, petróleo, gás e outros	0,002067	0,025783	0,001058	0,028908
Minério de ferro	0	0,001095	0,000011	0,001106

APÊNDICE H - DECOMPOSIÇÃO DOS MULTIPLICADORES DE IMPACTO SOBRE EMPREGO

Produtos	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Serviços privados não-mercantis	196	0	5	201
Outros produtos agrícolas	114	17	4	135
Tecidos naturais	116	0	0	116
Margem de comércio	46	62	6	115
Milho em grão	88	21	2	110
Serviços prestados às empresas	50	36	4	90
Bovinos e suínos	78	7	2	88
Produtos da exploração vegetal e da silvicultura	75	3	1	78
Cana-de-açúcar	70	2	0	72
Óleos combustíveis	0	62	5	67
Outros produtos alimentares inclusive rações	12	43	8	63
Margem de transporte	18	36	7	61
Artigos do vestuário	50	4	4	58
Outros minerais	54	3	0	58
Produtos da construção civil	42	7	3	53
Outros serviços	38	4	9	51
Fumo em folha	45	0	1	46
Saúde e educação mercantis	38	1	6	46
Aves vivas	33	9	2	44
Produtos de couro e calçados	30	7	3	40
Adubos	0	38	1	40
Outros produtos pecuários	23	12	1	36
Seguros e serviços financeiros	8	22	6	36
Serviços industriais de utilidade pública	5	23	8	35
Madeira e mobiliário	24	6	3	33
Leite natural	12	18	2	32
Outros produtos químicos	2	25	3	30
Comunicações	5	17	8	30
Produtos petroquímicos básicos	0	26	2	29
Produtos diversos	25	3	2	29
Aluguel de imóveis	2	18	9	29
Produtos da pesca	26	0	0	26
Papel, celulose, papelão e artefatos	11	12	3	26
Resinas	0	22	1	24
Administração pública	24	0	0	24
Educação pública	24	0	0	24
Saúde pública	24	0	0	24
Outros laticínios	21	1	1	23
Soja em grão	13	9	1	23

(continua)

Produtos	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Alojamento e alimentação	13	3	7	23
Outros produtos do refino	0	20	3	23
Fios têxteis artificiais	2	19	0	21
Aluguel imputado	2	0	19	21
Produtos minerais não-metálicos	11	6	2	19
Gasolina pura	0	15	2	17
Fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos	6	10	1	17
Gasóilcool	0	7	9	17
Outros veículos e peças	5	7	4	16
Artigos de plástico	8	7	1	16
Carne bovina, suína e outras	3	8	5	16
Tecidos artificiais	12	2	0	14
Automóveis, caminhões e ônibus	5	0	9	14
Bebidas	2	6	5	13
Açúcar	12	0	1	12
Arroz em casca	5	6	1	12
Trigo em grão	9	3	0	12
Material elétrico	8	2	2	12
Outros produtos metalúrgicos	0	10	2	12
Produtos do café	11	0	0	12
Produtos farmacêuticos e de perfumaria	6	0	5	11
Produtos derivados da borracha	2	6	1	10
Elementos químicos não-petroquímicos e álcool	3	6	1	10
Carne de aves abatidas	6	1	2	9
Produtos siderúrgicos básicos	7	2	0	9
Óleos vegetais em bruto	1	7	1	9
Outros produtos têxteis	1	6	1	8
Tintas	1	6	1	8
Farinha de trigo	2	3	1	7
Carvão, petróleo, gás e outros	6	1	0	7
Leite beneficiado	1	4	2	6
Óleos vegetais refinados	1	3	1	5
Fios têxteis naturais	1	4	0	5
Equipamentos eletrônicos	2	1	2	5
Laminados de aço	2	2	0	4
Outros produtos vegetais beneficiados	3	0	1	3
Arroz beneficiado	1	1	1	3
Produtos do fumo	1	0	2	3
Tratores e máquinas de terraplanagem	1	0	0	2
Produtos metalúrgicos não-ferrosos	0	0	0	1
Minério de ferro	0	0	0	0

APÊNDICE I - CD-ROM COM AS MATRIZES INVERSA E MATRIZES AUXILIARES UTILIZADOS

O CD-ROM aqui fixado contém as matrizes inversa produto-por-produto do modelo aberto e fechado. As instruções para os cálculos necessários através do MATLAB e contém as matrizes necessárias para o cálculo.