

Análise econômica da agricultura gaúcha a partir dos períodos 1975, 1995-96 e 2006: uma abordagem de dados em painel*

Augusto Mussi Alvim**

Doutor em Economia, Professor do Departamento de Ciências Econômicas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e Bolsista de Produtividade em Pesquisa PhD em Economia Agrícola e Professor do Departamento de Ciências Econômicas da PUCRS

Valter José Stulp***

Resumo

O objetivo do estudo é analisar a importância dos fatores de produção terra, mão de obra, tratores, rebanho animal e capital de giro sobre a evolução do valor do produto agropecuário do Rio Grande do Sul, a partir dos dados censitários de 1975, 1995-96 e 2006. A partir de uma análise de painel, estimaram-se quatro modelos econométricos, considerando efeitos fixos e aleatórios e parâmetros comuns ou específicos por período. Os resultados apontam uma intensificação do uso do capital nas atividades agrícolas, como forma de incrementar a produtividade e a rentabilidade da atividade. Com a intensificação da atividade agropecuária, houve um aumento na produção agrícola e no número de animais de grande, médio e pequeno portes, decorrente do processo de inovação tecnológica. Associado a isso, houve o crescimento do número de tratores por área e uma redução na mão de obra utilizada total e nas despesas realizadas.

Palavras-chave

Função de produção; agricultura gaúcha; dados em painel.

* Artigo recebido em recebido em mar. 2013 e aceito para publicação em nov. 2014.
Revisor de Língua Portuguesa: Breno Camargo Serafini.

** E-mail: augusto.alvim@pucrs.br

*** E-mail: stulp@terra.com.br

Abstract

The purpose of this paper is to analyze the relevance of production factors such as land, labor, tractors, cattle and working capital upon the evolution of the agricultural production value in the State of Rio Grande do Sul based on the agricultural census data for the years of 1975, 1995-96 and 2006. A panel data method was used to estimate four econometric models, taking into account fixed and random effects as well as common or specific parameters for each period. The results reveal the intensification in the use of capital in agricultural activities as a way to increase productivity and profitability. Due to the intensification of agricultural activities and as a result of technological innovations, there was an increase in agricultural production and in the number of large, medium and small animals. Furthermore, there was an increase in the number of tractors per area and a decrease in the total labor use and the expenditures incurred.

Keywords

Production function; Gaucho Agriculture; panel data.

Classificação JEL: q12.

1 Introdução

Nas últimas três décadas, a agricultura brasileira vem passando por uma série de transformações, em decorrência de mudanças estruturais na economia e no agronegócio. A exemplo disso, mudanças de caráter econômico, como a redução da intervenção governamental na produção agrícola e na comercialização, a abertura comercial e a formação do Mercado Comum do Sul (Mercosul) determinaram mudanças nos preços, na composição das principais atividades e na produção agrícola estadual. Já as mudanças de caráter tecnológico foram decorrentes do processo de substituição da mão de obra rural por meio da mecanização das atividades agrícolas, do desenvolvimento genético de novas variedades e do melhoramento genético da produção animal.

Nesse cenário político e econômico brasileiro, iniciaram-se a reformulação nas cadeias agroalimentares, a realocização da produção e uma maior busca pela eficiência econômica, por meio da adoção de novas tecno-

logias, pela substituição ou diversificação de culturas e por mudanças na gestão das propriedades.

Especificamente no Rio Grande do Sul (RS), a produção agrícola sofreu diferentes impactos a partir dessas mudanças de caráter estrutural, em função das diferenças existentes em cada região do Estado. Como exemplo disto, a produção de arroz e de carne bovina concentrou-se em grande parte na região sul do RS, composta pelas mesorregiões, definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como Centro Ocidental, Centro Oriental, Sudeste e Sudoeste Riograndense. Essa região é caracterizada por uma estrutura fundiária constituída principalmente por médios e grandes proprietários, com uma relativa escassez de mão de obra e uma diversidade quanto ao uso de tecnologias.

Na Região Norte, composta pelas mesorregiões Metropolitana de Porto Alegre, Nordeste e Noroeste Riograndense, predominam a produção de soja, milho, trigo, feijão, frango, suíno, leite, uva, maçã e laranja. Nessas regiões, é mais frequente a presença de pequenas e médias propriedades e o uso de mão de obra familiar, existindo também uma grande diversidade quanto ao uso de tecnologias.

Em virtude das mudanças nas tecnologias e nas políticas econômicas ocorridas desde a década de 70 do século passado, a importância dos fatores de produção (mão de obra, capital e terra) para a geração do produto agropecuário no RS deve ter mudado ao longo desse período. Este artigo faz parte de uma série de estudos que tem por objetivo analisar a agricultura do Rio Grande do Sul a partir dos dados censitários de 1975, 1995-96 e 2006.¹ Especificamente neste artigo, busca-se identificar as principais variáveis capazes de explicar as variações no valor da produção agropecuária nesse período.

Inicialmente, na seção 2, são discutidos os principais estudos que identificam e avaliam as principais variáveis explicativas associadas ao comportamento da produção nas diferentes regiões e países. A seguir, é analisado o comportamento da agropecuária no RS para os anos censitários de 1975, 1995-96 e 2006. Na seção 4, é apresentada a metodologia, com destaque à definição das variáveis, a especificação do modelo e os testes realizados. Por fim, são apresentados os principais resultados e as conclusões do estudo.

¹ Os anos censitários (1975, 1995/96 e 2006) foram escolhidos com o objetivo de avaliar os diferentes cenários econômicos em que fosse possível contemplar os efeitos das mudanças tecnológicas, políticas e econômicas na agropecuária gaúcha. A escolha do censo de 1995-96, entre os de 1975 e 2006, foi com o intuito de captar as mudanças da redução do suporte do governo brasileiro na agricultura e da maior abertura econômica em um período de relativa estabilidade econômica.

2 Revisão bibliográfica

Nesta seção, são apresentados os estudos que avaliam a produção agrícola, tecnologias e seus condicionantes. As diversidades de métodos e de áreas de estudo permitem identificar as principais variáveis e as relações observadas entre as mesmas, a partir de uma função de produção.

O estudo de Ruttan (2002) discutiu, de uma forma mais ampla, as tecnologias agrícolas no mundo. O autor destaca que as tecnologias desenvolvidas e aplicadas são endógenas ao sistema econômico, e elas visam facilitar a substituição de recursos escassos e caros pelos mais abundantes e baratos. Assim, a tecnologia mecânica conduz à substituição da mão de obra, quando esta se torna mais escassa e cara, pela força motriz. A tecnologia biológica e química conduz a substituição da terra por insumos industriais como calcário e fertilizante. Como exemplo, o autor cita o caso brasileiro, onde o calcário teria sido utilizado para corrigir a acidez dos solos, contribuindo para a elevação da produtividade da terra.

O mesmo autor destaca que, geralmente, as mudanças tecnológicas na agricultura são analisadas através de funções de produção do tipo Cobb-Douglas, que utilizam, como fatores de produção, terra, mão de obra, rebanho, máquinas e fertilizante.

Na mesma linha, Fulginiti e Perrin (1998), ao avaliarem 18 países em desenvolvimento, no período 1961-85, estimaram a contribuição dos fatores de produção e da mudança tecnológica sobre o crescimento do produto agrícola. Os valores médios estimados para os 18 países, mostrando a contribuição devida ao aumento de cada fator sobre o crescimento da produção, imputado ao conjunto dos fatores, são os seguintes: terra (5%); rebanho (11%); máquinas (47%); fertilizantes (35%); e mão de obra (2%). O impacto médio da mudança tecnológica sobre o crescimento da produção foi negativo. Portanto, as maiores contribuições para o crescimento da produção são devidas a máquinas e fertilizantes.

Com relação ao Brasil, os mesmos autores mostram que os valores da contribuição devida ao aumento de cada fator sobre o crescimento da produção, imputado ao conjunto dos fatores, são os seguintes: terra (1%); rebanho (35%); máquinas (28%); fertilizantes (40%); e mão de obra (-4%). O impacto da mudança tecnológica sobre o crescimento da produção agrícola no Brasil também foi negativo. Portanto, no Brasil, as maiores contribuições para o crescimento da produção são devidas a fertilizantes, rebanho e máquinas.

Já Helfand e Levine (2004) analisaram a ineficiência técnica dos estabelecimentos rurais da Região Centro-Oeste do Brasil, com base nos dados do censo agropecuário de 1995-96. Em uma primeira etapa, a eficiência foi

estimada através do modelo de Análise Envoltória de Dados, conhecido como Data Envelopment Analysis (DEA). Nessa análise, o produto considerado foi o valor da produção agrícola, e os insumos foram a área de terra, a mão de obra, os tratores, o rebanho e os fertilizantes comprados.

Na segunda etapa da análise, os autores procuram explicar a ineficiência técnica dos estabelecimentos rurais, através de regressões estatísticas em que a variável explicada é o índice de ineficiência. Na primeira regressão, em que a variável independente é o tamanho do estabelecimento, constata-se que os estabelecimentos com até 50 hectares são mais eficientes.

Helfand e Levine (2004) também examinam o impacto do sistema de posse da terra explorada. Os arrendatários da terra que pagam valor prefixado pelo arrendamento são mais eficientes que os arrendatários que dividem o produto da colheita com o proprietário, os ocupantes da terra ou mesmo os proprietários. A composição do produto também influencia a eficiência do estabelecimento, sendo mais eficientes os que exploram produtos de valor mais elevado, como horticultura, suínos, aves, lavouras permanentes e temporárias. Também são mais eficientes os estabelecimentos com acesso a crédito, eletricidade, assistência técnica e cooperativas. Finalmente, as práticas de mecanização, irrigação, fertilização, conservação do solo, controle de doenças também elevam a eficiência.

Mon-Chi e Jin-Li (2009) analisaram a relação entre indicadores de governança e a eficiência na produção agrícola através de uma fronteira estocástica, com base em dados referentes a 118 países, para os anos de 1996, 1998, 2000 e 2002. A função de produção utilizada foi uma Cobb-Douglas, com a variável dependente sendo o valor agregado da produção agrícola. Foram considerados cinco insumos: mão de obra, terra, rebanho, fertilizantes e tratores. Na função, foram incluídas também as seguintes variáveis de controle: nível de educação do povo; qualidade da terra; nível anual de precipitação pluviométrica e seu respectivo desvio-padrão; temperatura média diária; e duas variáveis binárias relacionadas às características do país quanto ao fato de ter uma costa marítima, ou não, e de ser da zona tropical, ou não.

Os indicadores de governança considerados por Mon-Chi e Jin-Li (2009) são de três dimensões. A primeira refere-se ao respeito dos cidadãos e do governo às instituições que regem as relações econômicas e sociais. A segunda é a capacidade de o governo formular e implementar com eficiência boas políticas. A terceira é relacionada ao processo através do qual os governantes são selecionados, monitorados e substituídos.

Mon-Chi e Jin-Li (2009) consideraram 15 modelos, que variam conforme os indicadores de governança considerados. Em todos os modelos, a

função de produção inclui as mesmas variáveis que são os insumos e as de controle. Entre os 15 modelos, os coeficientes do insumo mão de obra variam de 0,30 a 0,38; os da terra, de 0,08 a 0,12; os do rebanho, de 0,09 a 0,14; os do fertilizante, de 0,15 a 0,21; e os de tratores, de 0,05 a 0,10. Os autores concluem que a mão de obra, seguida pelos fertilizantes, são os fatores mais importantes para um maior valor agregado da produção agrícola. Essa importância da mão de obra pode ser devida ao fato de o estudo incluir muitos países em desenvolvimento, onde a mecanização do setor agrícola ainda está na sua fase inicial.

Contudo, como já citado, os fatores de produção e a tecnologia não são os únicos responsáveis pela geração de maior volume de produção por parte do setor agrícola. Variáveis como o sistema de governança existente no país, o nível educacional do povo, a qualidade da terra, o nível de precipitação e temperatura do ambiente também podem influenciar a eficiência da produção agrícola (Mon-Chi; Jin-Li, 2009).

Os estudos de Chavas, Chambers e Pope (2010) afirmam que, no século XX, o setor agrícola passou por grandes transformações, especialmente nos países desenvolvidos. Estas incluem a emigração da mão de obra, a mecanização, a variação no tamanho dos estabelecimentos rurais e o progresso tecnológico.

Hayami e Ruttan (1971 *apud* Chavas; Chambers; Pope, 2010, p. 368), Binswanger (1974 *apud* Chavas; Chambers; Pope, 2010, p. 368) e Ruttan (2001 *apud* Chavas; Chambers; Pope, 2010, p. 368) declaram que a mecanização agrícola é uma resposta ao aumento dos salários rurais. Essa mecanização teria contribuído para manter o nível da produção agrícola, apesar da redução da mão de obra. Esse efeito teria conduzido a uma redução do número de estabelecimentos rurais e a um aumento no seu tamanho nos Estados Unidos.

Chavas, Chambers e Pope (2010) comentam que o aumento no tamanho dos estabelecimentos rurais levanta a questão da existência, ou não, de rendimentos de escala e de ganhos de eficiência por parte dos grandes estabelecimentos. A evidência empírica indicaria que a curva de custo médio dos estabelecimentos rurais teria a forma de "L". Em pequenos estabelecimentos rurais, a curva de custo médio é declinante, com o aumento da produção, mas, nos estabelecimentos médios e grandes o custo médio manter-se-ia constante. Assim, as economias de escala não seriam um incentivo para os estabelecimentos rurais de tamanhos médio e grande tornarem-se ainda maiores.

Chavas (2008) afirma que os estabelecimentos rurais menores tenderiam a compensar os custos médios de produção mais elevados através da diversificação da produção. Essa diversificação também reduziria o risco.

Assim, apesar de haver rendimentos crescentes de escala, quando o pequeno estabelecimento aumenta a área, não seria possível definir uma dimensão mínima desejável.

Assim, observa-se que as conclusões às quais alguns pesquisadores chegaram são que o crescimento da produção agrícola, nos diferentes países, dar-se-ia pela substituição da mão de obra por máquinas (tecnologia mecânica) e da terra por insumos industriais, como fertilizante e calcário (tecnologia biológica e química) (Chavas; Chambers; Pope, 2010).

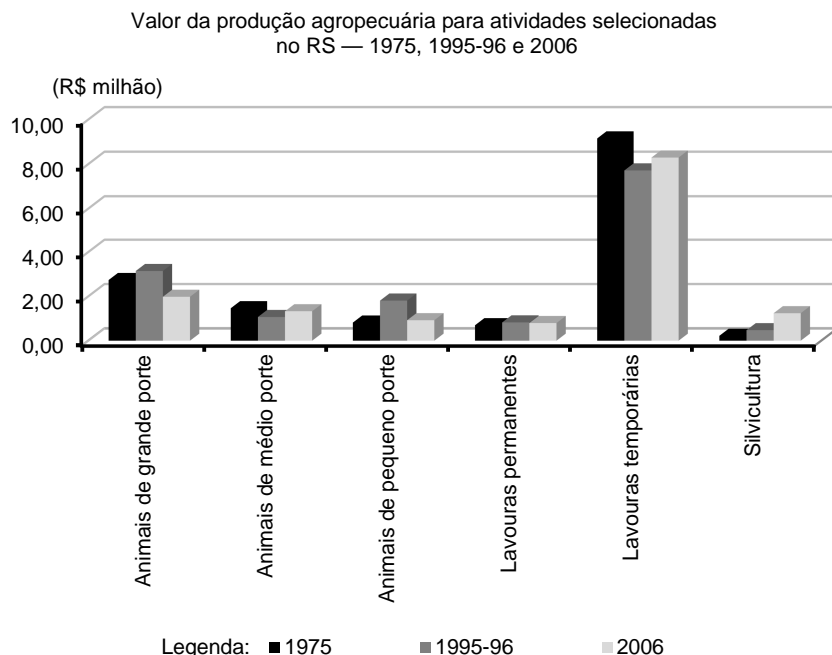
Verifica-se que os fatores de produção geralmente considerados por vários autores para analisar o seu impacto sobre a produção agrícola são terra, mão de obra, rebanho, máquinas (usualmente tratores) e fertilizantes. Portanto, a evolução da produção agrícola de um país, estado ou de uma região ao longo do tempo é o resultado da influência de um grande conjunto de variáveis de ordem tecnológica, econômica e social. Na próxima seção, é apresentado o comportamento de variáveis selecionadas para a agropecuária do RS.

3 Comportamento da agropecuária do Rio Grande do Sul

Esta seção tem por objetivo caracterizar a agropecuária do RS através da análise de variáveis selecionadas a partir dos censos agropecuários de 1975, 1995-96 e 2006. As variáveis selecionadas são: valor da produção, produção total, produtividade, área total explorada, mão de obra, número de tratores, despesas, efetivo de animais de grande, médio e pequeno portes e tamanho dos estabelecimentos rurais.

Inicialmente, quando analisado o valor da produção agropecuária no Rio Grande do Sul, a partir das informações do censo agropecuário, observa-se que as lavouras temporárias e permanentes, juntas, representam cerca de 60% do valor total da produção no Estado, em 2006. A seguir, aparece a produção de carnes (animais de grande, médio e pequeno portes), com cerca de 30% do valor da produção agropecuária gaúcha (Gráfico 1). Conjuntamente, esse grupo de produtos reúne 90% do valor produzido no RS.

Gráfico 1



FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

NOTA: Valor da produção deflacionado a partir de valores de 2007.

Quando analisado o comportamento do valor da produção (Gráfico 1) ao longo do tempo, observa-se que, para os animais de médio e pequeno portes e lavouras permanentes, este manteve-se praticamente estável de 1975 a 2006. Já para os animais de grande porte e lavouras temporárias, existe uma tendência de queda no valor da produção, enquanto, para a silvicultura, existe uma tendência de aumento. Esse comportamento do valor da produção, por sua vez, é resultado da evolução dos preços e da produção agropecuária nos anos analisados.

Para compreender a evolução da produção agropecuária no RS, os Gráficos 2 e 4 apresentam o comportamento da produção de lavouras temporárias e permanentes nos períodos de 1975, 1995-96 e 2006. De maneira geral, destaca-se o aumento na produção de soja, milho e arroz (temporárias) e uvas e maçãs (permanentes).

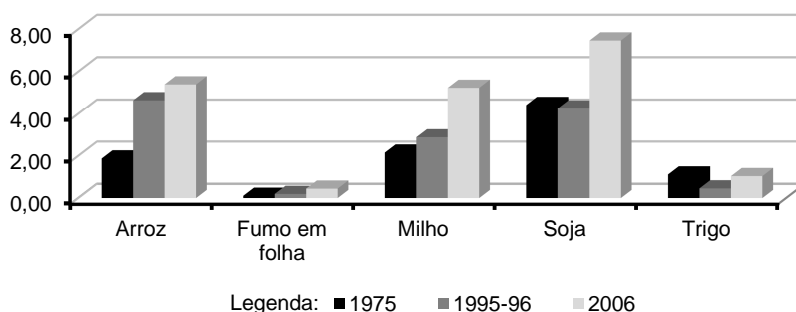
Nos Gráficos 2 e 3, são apresentadas a produção e a produtividade de culturas temporárias selecionadas para os períodos de 1975, 1995-96 e 2006. A partir dessas informações, é possível observar que o aumento da produção de grãos vem acompanhado de um incremento significativo nos rendimentos por hectare.

Ao longo desse período, a produção de arroz, milho e soja passou de 1,9; 2,6; e 4,4 milhões de toneladas em 1975 para 5,4; 5,2; e 7,5 milhões de toneladas em 2006. Já o rendimento por hectare dessas culturas (arroz, milho e soja) teve um aumento de 80%, 204% e 59% entre 1975 e 2006.

Gráfico 2

Produção de arroz, fumo, milho, soja e trigo no RS — 1975, 1995-96 e 2006

(t milhões)

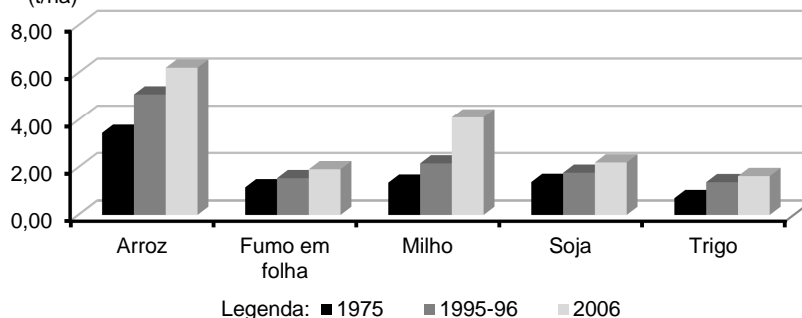


FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

Gráfico 3

Produtividade física de arroz, fumo, milho, soja e trigo no RS — 1975, 1995-96 e 2006

(t/ha)

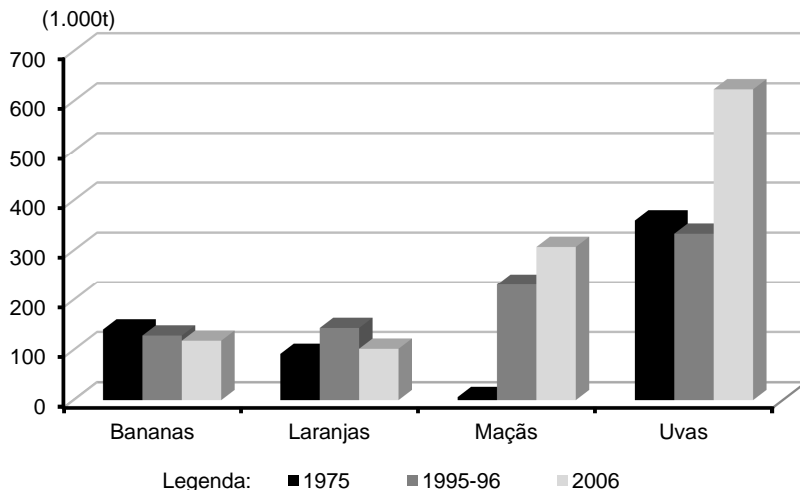


FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

Resumidamente, verifica-se para as culturas temporárias selecionadas (arroz, fumo, milho, soja e trigo) um aumento na produção ao longo desse período. Em grande parte, esse aumento decorre do processo de inovação tecnológica ocorrido no período, que permitiu ganhos de produtividade significativos.

Gráfico 4

Produção de bananas, laranjas, maçãs e uvas no RS — 1975, 1995-96 e 2006



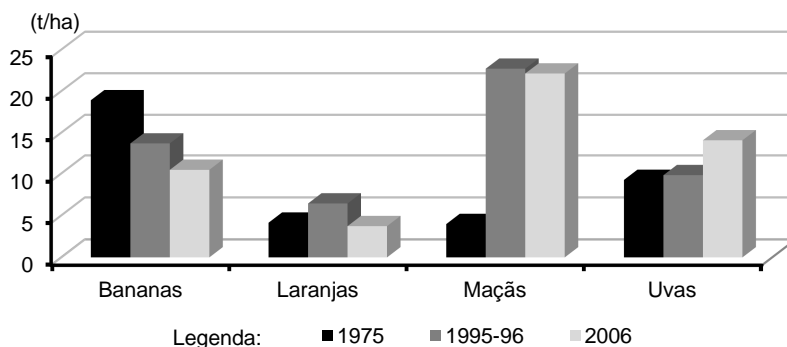
FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

Com relação à produção e à produtividade das culturas permanentes, tem destaque a produção de uvas e maçã. De 1975 a 2006, a produção dessas culturas passou de 360 mil toneladas e 6 mil toneladas para 623,9 mil toneladas e 307,2 mil toneladas respectivamente. Por sua vez, os incrementos em termos de produtividade física, no mesmo período, tiveram um aumento de 457% e 93% respectivamente (Gráficos 4 e 5).

Novamente, o processo de inovação teve um papel primordial no aumento da produtividade das culturas permanentes, principalmente no caso da maçã e da uva. Essa mudança tecnológica e os seus reflexos sobre a produtividade tiveram também reflexos no uso dos fatores de produção disponíveis no RS, conforme pode ser observado nos Gráficos 7 e 8.

Gráfico 5

Produtividade de bananas, laranjas, maçãs e uvas no RS — 1975, 1995-96 e 2006

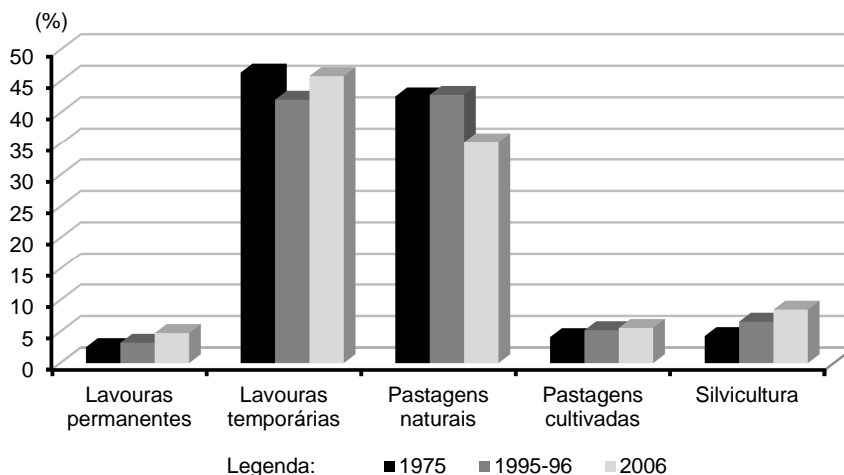


FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

Nesse sentido, a seguir são analisados os diferentes usos da área explorada (Gráfico 6), a mão de obra familiar e empregada, o número de tratores (Gráfico 7), o efetivo de bovinos, equinos e muares, suínos e aves e a área dos estabelecimentos (Figura 8).

Gráfico 6

Área de atividades selecionadas em relação à área total explorada no RS — 1975, 1995-96 e 2006



FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

A distribuição da área de atividades selecionadas tem como destaque as lavouras temporárias e as pastagens naturais. Estas, juntas, em 2006, representavam cerca de 80% da área total explorada no Estado. De 1975 a 2006, observa-se que a área das lavouras temporárias permaneceu praticamente constante, ao longo do período, passando de 46,4% em 1975 a 45,8% da área total explorada em 2006, enquanto a área de pastagens naturais teve uma redução de 42,6% para 35,3% da área total explorada no mesmo período.

Já a partir do Gráfico 7, é possível analisar os dados da mão de obra², familiar e empregada, do número de tratores e das despesas. Para a mão de obra familiar, constata-se que houve uma redução significativa de 1975 a 2006, passando de 143,8 EH/1.000ha a 108,8 EH/1.000ha. Comportamento oposto, embora menos intenso, ocorre com a mão de obra empregada, que teve um crescimento de 11,32 EH/1.000ha em 1975 a 16,13 EH/1.000ha em 2006. Em termos totais (empregada e familiar), houve uma redução do uso da mão de obra na agropecuária gaúcha, ao longo do período analisado.

Outros fatores de produção relevantes, como o número de tratores e despesas realizadas, são também apresentados no Gráfico 7. O número de tratores equivalentes (por 1.000ha) teve um aumento de 5,8 para 20,3 de 1975 a 2006. Por outro lado, no mesmo período, houve uma redução das despesas médias de R\$ 71,9 milhões para R\$ 43,34 milhões.

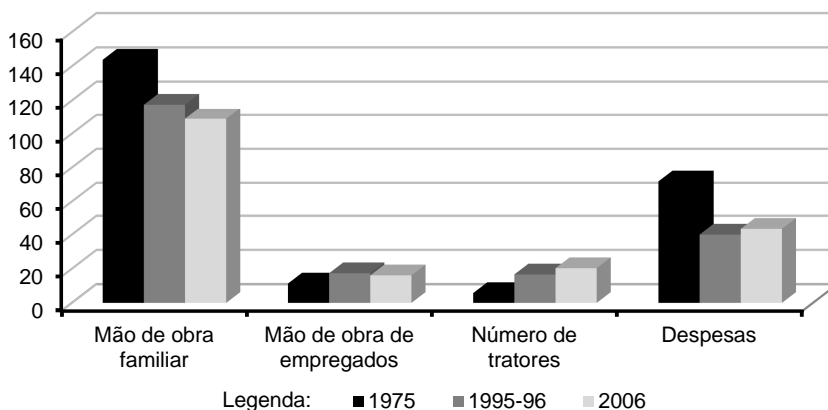
De forma geral, essa mudança no uso dos fatores de produção revela um ajustamento da agropecuária gaúcha ao longo do período, com um menor uso de mão de obra total, um maior número de tratores e uma redução nas despesas realizadas na atividade agropecuária do Estado.

Por fim, o Gráfico 8 apresenta a produção de bovinos, equinos e muares (grandes animais), que tiveram um incremento, em termos de efetivo, de 1975 a 2006, passando de 531,9 para 608,2 animais por 1.000 hectares. Já os suínos, caprinos e aves (médios e pequenos animais) tiveram um maior incremento no período, passando de 203,1 a 424,8 animais por 1.000 hectares. A área média do estabelecimento, por sua vez, manteve-se praticamente estável, passando de 60,2ha para 58ha em 2006.

² Para somar o pessoal ocupado das diversas categorias, procede-se à uniformização das mesmas, transformando o número de pessoas em número de equivalente-homem, seguindo a metodologia proposta por Guerreiro (1996). Segundo esse autor, 1 EH é igual a 300 dias de trabalho de um adulto, sendo 1 mulher ou homem = 1 EH, e 1 criança = 0,5 EH. Essa fórmula foi adotada para todos os anos censitários utilizados, com as devidas compatibilizações.

Gráfico 7

Mão de obra familiar e empregada, número de tratores equivalente e despesas médias no RS — 1975, 1995-96 e 2006

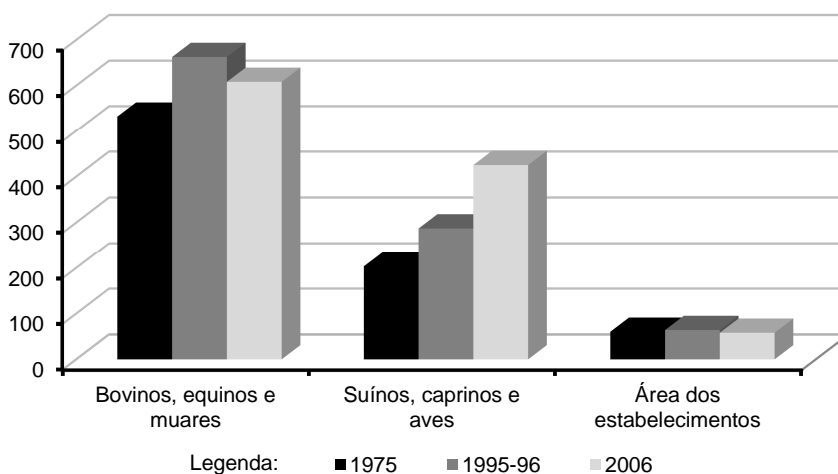


FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

NOTA: Despesas deflacionadas a valores de 2007, em R\$ 1.000.000; mão de obra familiar e empregada, em EH/1.000ha; e número de tratores, por 1.000ha.

Gráfico 8

Efetivo de bovinos, equinos, muares, suínos, caprinos e aves e tamanho médio dos estabelecimentos rurais no RS — 1975, 1995-96 e 2006



FONTE: IBGE (1979, 1998, 2010).

NOTA: O efetivo de bovinos, equinos, muares, caprinos e aves é calculado em 1.000ha; o tamanho médio dos estabelecimentos rurais, em hectares.

Sucintamente observa-se que o comportamento da agropecuária no RS, no período de estudo, teve incrementos na produção para as principais culturas temporárias e permanentes. Além disso, é possível observar que houve um aumento no efetivo de animais de grande, médio e pequeno portes por área explorada, no mesmo período. Esse aumento da produção está associado a uma maior produtividade por área explorada e a um rearranjo do uso dos fatores de produção no RS.

Na próxima seção, é apresentada a metodologia, detalhando como é estimada a função de produção através de uma abordagem em dados, em painel.

4 Metodologia

Para atingir o objetivo deste trabalho, foi utilizado o método de dados em painel, que permite o uso das informações tanto em termos temporais quanto da individualidade dos entes, o que o torna mais apto para controlar efeitos de variáveis mal especificadas ou não observadas. Essa análise de painel reduz diversos problemas centrais em econometria, como certos efeitos causados por variáveis omitidas (ou mal especificadas) que são correlacionadas com variáveis explanatórias.

Para estimar uma função de produção da atividade agropecuária no Rio Grande do Sul, é realizada uma análise empírica dos principais determinantes do valor da produção agrícola nos municípios, utilizando dados dos censos agropecuários de 1975, 1995-96 e 2006. No Quadro 1, são apresentadas as variáveis utilizadas para estimar a função de produção, com uma breve descrição e as respectivas fontes bibliográficas.

Quadro 1

Descrição e fonte das variáveis utilizadas no modelo econométrico

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS
Y_{it}	Valor da produção agropecuária (excluído o valor da extração vegetal) para i regiões do RS no período t (R\$ 1.000).
MO_{it}	Mão de obra (1) no setor primário para i regiões do RS, no período t (número de pessoas em equivalente-homem).
TR_{it}	Número de tratores para i regiões do RS no período t.
DP_{it}	Despesas variáveis (2) para i regiões do RS, no período t (R\$ 1.000).
AL_{it}	Área de lavoura (1.000 hectares) para i regiões do RS no período t.
AP_{it}	Área de pastagem (1.000 hectares) para i regiões do RS no período t.
Rb_{it}	Rebanho animal (3) (número de animais) para i regiões do RS no período t.

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE, 1979; 1998; 2010.

(1) O censo apresenta as categorias de pessoal ocupado distribuído da seguinte forma: responsável e membros não remunerados da família; empregados permanentes; empregados temporários; parceiros; e outra condição. Em cada categoria, é informado o número de homens e mulheres e o número de pessoas de 14 anos e mais e menores de 14 anos. (2) Despesas variáveis são adubos e corretivos, sementes e mudas, defensivos agrícolas, medicamentos para animais, rações e sal para animais, combustíveis, energia elétrica, sacarias e embalagens, juros e despesas bancárias e outras despesas. (3) O rebanho animal é o conjunto dos animais das diferentes espécies expresso em termos de número de cavalo-equivalente. Vollrath (2007) apresenta ponderações para a comparabilidade entre as várias espécies animais. Assim, pode-se somar o número de animais de diferentes espécies, obtendo um total expresso em número de animais equivalentes a qualquer espécie. As ponderações são: 1 cavalo = 1 mula = 1 búfalo = 1,25 bovinos = 1,25 jumentos = 0,9 camelos = 5 porcos = 10 ovelhas = 10 cabras = 100 galinhas = 100 patos = 100 gansos = 100 perus.

O modelo econométrico apresentado a seguir constituirá a base deste estudo. Nesse modelo, todas as variáveis são transformadas em logaritmo natural, e os valores da produção e das despesas são deflacionados a valores de 2007:

$$\ln Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln MO_{it} + \beta_3 \ln TR_{it} + \beta_4 \ln DP_{it} + \beta_5 \ln AL_{it} + \beta_6 \ln AP_{it} + \beta_7 \ln Rb_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

O principal objetivo dessa regressão é identificar a relação entre o valor do produto da agropecuária com os principais fatores de produção associados a essa atividade (mão de obra, tratores, despesas variáveis, área de lavoura e de pastagem e rebanho), a fim de verificar qual a relação entre os fatores de produção e a produção agropecuária para os anos censitários de 1975, 1995-96 e 2006.

Devido ao grande número de emancipações municipais ocorridas no RS, desde 1975 até 2000, houve necessidade de agregar municípios, a fim de que as regiões se tornassem geograficamente homogêneas para 1975, 1995-96 e 2006 (cada região refere-se à mesma área geográfica). Considerando essas agregações, o Estado ficou dividido em 156 regiões para cada período analisado. Assim, os dados censitários referentes aos

municípios são agregados ao nível dessas regiões (considerando como referência as regiões existentes em 1975), o que permite a análise comparativa entre os anos de 1975, 1995-96 e 2006.

No presente estudo, a análise estatística foi realizada considerando o conjunto de dados em painel (Arellano, 2003; Baltagi, 2009; Wooldridge, 2002). Para isso, utilizam-se dois modelos estáticos para a análise: de efeitos fixos e efeitos aleatórios. Nos modelos, assume-se que as variáveis explicativas são independentes do resíduo (μ) e que o tratamento dado ao resíduo é essencial para definir qual modelo de estimação é o mais apropriado, se de efeitos fixos ou aleatórios. Para cada um desses modelos, são estimados coeficientes com efeitos comuns (modelos 1 e 2) e com efeitos específicos para cada período (modelos 3 e 4). Para calcular os efeitos específicos para cada coeficiente, são utilizadas *dummies* para os períodos de 1975, 1995-96 e 2006.

O teste de Hausmann permite testar qual o modelo que possui os estimadores consistentes e eficientes, conforme a equação a seguir (Asteriou; Hall, 2007):

$$H = (\beta^{fe} - \beta^{re})' [Var(\beta^{fe}) - Var(\beta^{re})]^{-1} (\beta^{fe} - \beta^{re}) \sim \chi^2(k)$$

sendo β^{fe} e β^{re} a matriz de coeficientes da regressão de efeitos fixos e aleatórios respectivamente. Já k é o número de variáveis explicativas.

Para testar o problema de heteroscedasticidade, utiliza-se do teste de White. Neste, testa-se a hipótese nula de homoscedasticidade contra a heteroscedasticidade, incluindo o teste sobre os resíduos estimados como *Within*. Para a correção do problema de heteroscedasticidade, é utilizado o procedimento de White (Maddala; Kim, 1998).

4.1 Retornos constantes e variáveis de escala

O modelo estimado no presente estudo (equação 1) é uma função Cobb-Douglas, a qual permite testar algumas restrições na função de produção. Apesar dessa função poder ser expressa em diferentes formas funcionais, a Cobb-Douglas é mais comumente utilizada em função da sua simplicidade e flexibilidade e do respaldo empírico dado à ampla utilização dessa forma funcional (Olunjenyo, 2008). A exemplo disso, a função pode ser testada, se existem retornos constantes ou variáveis de escala. Considerando a hipótese nula: $\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 + \beta_7 = 1$, no caso de não rejeição, revela a existência de retornos constantes, enquanto a rejeição da hipótese nula mostra a existência de retornos variáveis de escala. Para avaliar se essa hipótese é, ou não, válida, utiliza-se do teste de Wald disponível no *software* econométrico E-views. O teste de Wald considera que F^*

tem distribuição F; o teste é feito comparando o valor obtido para essa estatística com o valor crítico da distribuição.³

5 Resultados

Na análise em painel, apresentada na Tabela 1, consideram-se quatro modelos: o primeiro e o terceiro consideram os efeitos fixos; contudo para o modelo 3, estimam-se os coeficientes específicos para cada período considerado ($t = 1, 2$ e 3). No segundo e no quarto modelo, consideram-se apenas os efeitos aleatórios, porém, no quarto, são estimados os coeficientes específicos para cada período, a exemplo do modelo 3.

Para definir quais os modelos mais apropriados, são realizados os testes para identificação dos efeitos fixos ou aleatórios. Os resultados obtidos a partir do teste de Hausmann sugerem a escolha dos modelos com efeitos fixos, modelos 1 e 3. Na Tabela 1, têm-se os resultados para os modelos fixos e aleatórios, corrigidos para o problema de heteroscedasticidade.

Os resultados para as funções de produção apresentam as regressões estimadas, utilizando-se os desvios-padrão baseados na matriz de variância-covariância de White. Para o modelo 1 (efeitos fixos), apresentado na Tabela 1, todas as variáveis são significativas ao nível de 5% e apresentam uma relação positiva com o valor da produção ($\ln Y_{it}$), à exceção da variável área de pastagem natural ($\ln AP_{it}$) que possui uma relação negativa com o valor da produção.

As variáveis que se mostraram mais relevantes para as regiões do Rio Grande do Sul são rebanho animal ($\ln Rb_{it}$) e despesas variáveis ($\ln Dp_{it}$), pois apresentam um maior impacto sobre o valor da produção ($\ln Y_{it}$). O tamanho do rebanho é resultado do maior número de animais (aves, suínos e bovinos) no Estado, enquanto as despesas estão associadas ao uso mais intensivo dos recursos naturais e ao ambiente econômico de cada período analisado (abertura de mercados, taxa de juros e crédito agrícola e adoção de novas tecnologias).

³ Para a aplicação do teste de Wald, é utilizada a estatística: $F^* = \{(er'er - e'e)/q\} / \{(e'e)/(n-k)\}$, sendo $F^* \sim F(q, n-k)$. Onde er é o vetor de resíduos do modelo com restrição, e o vetor de resíduos do modelo sem restrição e k o número de variáveis explanatórias.

Tabela 1

Função de produção, relação entre o valor da produção ($\ln Y_{it}$) e os fatores de produção da agropecuária para as regiões do RS — 1975, 1995-96 e 2006

VARIÁVEIS	MODELO 1 (EFEITOS FIXOS)	MODELO 2 (EFEITOS ALEATÓRIOS)	MODELO 3 (EFEITOS FIXOS)	MODELO 4 (EFEITOS ALEATÓRIOS)
constante	(1) 2,17	(1) 1,28	(1) 1,99	(1) 1,71
$\ln Mo_{it}$	(1) 0,16	(1) 0,28	-	-
$\ln Tr_{it}$	(1) 0,15	-0,03	-	-
$\ln Dp_{it}$	(1) 0,38	(1) 0,62	-	-
$\ln Al_{it}$	(1) 0,12	0,02	-	-
$\ln AP_{it}$	(1)-0,24	-0,03	-	-
$\ln Rb_{it}$	(1) 0,39	(1) 0,14	-	-
$\ln Mo_{i1}$	-	-	0,08	(1) 0,12
$\ln Mo_{i2}$	-	-	(2) 0,15	(1) 0,23
$\ln Mo_{i3}$	-	-	0,12	(1) 0,23
$\ln Tr_{i1}$	-	-	(1) 0,18	(1) 0,09
$\ln Tr_{i2}$	-	-	(1) 0,24	(1) 0,07
$\ln Tr_{i3}$	-	-	(1) 0,45	(1) 0,19
$\ln Dp_{i1}$	-	-	(1) 0,35	(1) 0,46
$\ln Dp_{i2}$	-	-	(1) 0,39	(1) 0,54
$\ln Dp_{i3}$	-	-	(1) 0,20	(1) 0,57
$\ln Al_{i1}$	-	-	(1) 0,18	(1) 0,09
$\ln Al_{i2}$	-	-	0,05	(1) 0,03
$\ln Al_{i3}$	-	-	(1) 0,14	(1) -0,03
$\ln AP_{i1}$	-	-	- 0,14	(1) -0,19
$\ln AP_{i2}$	-	-	- 0,015	(3) 0,03
$\ln AP_{i3}$	-	-	(2) -0,11	(1) -0,08
$\ln Rb_{i1}$	-	-	(1) 0,36	(1) 0,43
$\ln Rb_{i2}$	-	-	(2) 0,21	(1) 0,10
$\ln Rb_{i3}$	-	-	(1) 0,25	(1) 0,14
R ²	0,979	0,947	0,981	0,955
R ² ajustado	0,967	0,946	0,969	0,954
Estatística F	85,03	1350,52	84,57	531,15

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE, 1979; 1998; 2010.

(1) Dados significativos a 1%. (2) Dados significativos a 10%. (3) Dados significativos a 5%.

Esses resultados são muito parecidos com os obtidos por Mon-Chi e Jin-Li (2009) apresentados anteriormente. De forma geral, os trabalhos selecionados apresentaram como principais variáveis de uma função de produção os seguintes fatores: área plantada (terra), tratores, despesas com fertilizantes e mão de obra. Embora para Mon-Chi e Jin-Li a relação entre produção agrícola e mão de obra tenha sido negativa ou inversamente proporcional, em relação ao setor agropecuário do RS esse efeito é positivo.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que aumentos de 1% no tamanho do rebanho ($\ln Rb_{it}$) e nas despesas ($\ln Dp_{it}$) determinam um incremento médio de, respectivamente, 0,39% e 0,38% no valor da produção ($\ln Y_{it}$). No caso dos animais, a sua participação no valor total da produção agropecuária reduziu-se de 28,2% do total em 1975 para 24,5% do valor total em 2006 (IBGE, 1979, 1998, 2010).

Já as variáveis como mão de obra ($\ln Mo_{it}$), número de tratores ($\ln Tr_{it}$) e área de lavoura ($\ln Al_{it}$) possuem um impacto intermediário e positivo sobre o valor da produção ($\ln Y_{it}$). Um aumento de 1% na mão de obra, no número de tratores e na área de lavoura determina um incremento de 0,16%, 0,15% e 0,12% respectivamente. Por outro lado, a área de pastagens naturais ($\ln AP_{it}$) possui um efeito intermediário e negativo sobre o valor da produção. Isso se deve ao fato de a agropecuária ter se tornado mais intensiva em área de lavoura e mão de obra, incrementando a participação das lavouras na área total e reduzindo a área das pastagens naturais ao longo do período analisado.

O grupo de variáveis constituído por mão de obra, tratores e área de lavoura está associado à produção de culturas permanentes e temporárias e à produção de animais de médio e pequeno portes, o que tem como resultado um maior valor de produção associado a um uso mais intensivo dos recursos naturais, através da aplicação de técnicas mais modernas e de novas tecnologias.

Já a área de pastagens naturais está associada à produção de carne bovina no Estado. Dessa forma, enquanto as mudanças nas variáveis como mão de obra, número de tratores e área de lavoura estão associadas a uma agricultura gaúcha mais produtiva e rentável por unidade de área, a área de pastagens naturais está associada à produção de carne bovina, a um menor uso de mão de obra, de tratores e de outros insumos agrícolas.

Quando são desagregados os efeitos das variáveis por período analisado, os resultados apresentam uma mudança das relações entre as variáveis ao longo do tempo. A exemplo disso, as variáveis número de animais ($\ln Rb_{it}$) e despesas ($\ln Dp_{it}$) têm os seus coeficientes reduzidos ao longo do tempo. No caso do número de animais, o coeficiente passa de 0,36 em 1975 para 0,25 em 2006, enquanto os coeficientes associados às despesas passam de 0,35 em 1975 para 0,20 em 2006. Em outras palavras, o efeito do aumento do número de animais e das despesas sobre o valor da produção reduziu-se ao longo do período analisado. De 1975 a 2006, tornou-se necessário um maior número de animais e maiores despesas para que ocorresse a mesma variação percentual no valor da produção.

Os coeficientes associados às variáveis mão de obra ($\ln Mo_{it}$), área de lavoura ($\ln Al_{it}$) e área de pastagem ($\ln AP_{it}$) não são significativos em alguns

dos períodos considerados. A exemplo disso, a mão de obra possui uma relação positiva e significativa com o valor da produção apenas no período 2 (1995-96). A área de lavoura possui uma relação positiva e significativa apenas no primeiro e terceiro períodos. Já a área de pastagem permanece com uma relação negativa nos três períodos, embora somente no terceiro período (2006) a relação seja significativa.

Já o número de tratores ($lnTr_{it}$) aumenta o impacto sobre o valor da produção, ao longo do tempo. Enquanto, em 1975, o aumento de 1% no número de tratores incrementa o valor da produção em 0,18%, no ano de 2006, o aumento de 1% no número de tratores aumenta o valor da produção em 0,45%, no mesmo período.

Esse resultado pode também ser observado no estudo de Alves, Contini e Hainzelin (2005), em que o aumento do custo de oportunidade do trabalho a partir dos anos 70, na agricultura brasileira, estimulou a intensificação da atividade, a partir da mecanização. As conclusões obtidas por esses autores complementam os resultados obtidos no presente trabalho, que identificam uma menor importância da mão de obra e uma crescente participação da mecanização na agricultura do RS.

Essa transformação observada a partir dos dados do censo agropecuário segue na mesma direção das mudanças econômicas verificadas no período, como, por exemplo, a adoção de novas tecnologias, a menor intervenção do governo na agricultura e a desregulamentação do setor de adubos e defensivos agrícolas, a partir da década de 90 do século passado. Essa mudança no perfil da economia brasileira promoveu maior concorrência, organização gerencial e as buscas da redução de custos e de novas tecnologias, mais produtivas, o que, por sua vez, modificou os coeficientes da função de produção ao longo do tempo.

Segundo Alves (2001), o crescimento da produção agrícola a partir da década de 70 ocorreu em função da expansão da área cultivada e do aumento dos rendimentos na atividade agrícola (tecnologia).

Em termos gerais, os resultados apontam uma maior intensificação das atividades agrícolas, como forma de aumentar a produtividade e a rentabilidade da atividade. Como parte desse processo de intensificação da atividade agropecuária, observa-se o crescimento e o maior impacto do número de tratores sobre a produção ao longo do tempo; da mesma forma, é possível verificar o menor impacto do número de animais e da área de pastagem sobre o valor da produção.

Assim, parece que o setor agropecuário do RS se direciona para um processo de produção mais intensivo em capital de 1975 para 2006. Conforme comentado anteriormente, o número de tratores equivalentes por 1.000ha passou de 5,8 em 1975 para 20,3 em 2006. Já a mão de obra (fa-

miliar e empregada) em 1975 era de 154,1 EH/ha e, em 2006, era de 124,9 EH/ha (IBGE, 1979, 1998, 2010).

Esse resultado está de acordo com as conclusões de Ruttan (2002), o qual destaca que a inovação tecnológica na agricultura facilita a substituição dos recursos escassos pelos abundantes e baratos.

Um aspecto importante a ser analisado na função de produção é examinar os retornos de escala para os modelos considerados. Nesse sentido, na Tabela 2, são apresentadas as elasticidades do produto para os modelos 1 e 3 (efeitos fixos).

Tabela 2

Elasticidade do produto na agropecuária do RS — 1975, 1995-96 e 2006

VARIÁVEIS	ELASTICIDADES			
	Modelo 1	Modelo 3		
		Período 1	Período 2	Período 3
Mão de obra	0,16	0,00	0,15	0,00
Tratores	0,15	0,18	0,24	0,45
Despesas	0,38	0,35	0,39	0,20
Área de lavoura	0,12	0,18	0,00	0,14
Área de pastagem	0,24	0,00	0,00	-0,11
Rebanho animal	0,39	0,36	0,21	0,25
Total	0,96	1,07	0,99	0,93

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE, 1979; 1998; 2010.

Os resultados apresentados para os modelos 1 e 3 foram avaliados a partir do teste de Wald, para verificar se os retornos são constantes ou variáveis. Como resultado do teste, constata-se que existem rendimentos de escala constantes para ambos os modelos e para os períodos considerados, a um nível de significância de 1%.

Esse resultado foi também encontrado por Stülp, Marquetti e Fochezatto (2002) para o RS, que encontraram a soma dos coeficientes igual a 1, ou seja, que a função de produção é linearmente homogênea. Isso significa que, aumentando ou diminuindo os fatores de produção em uma mesma proporção, o produto aumenta ou diminui na mesma proporção. Embora tenha ocorrido uma mudança tecnológica no período, os retornos de escala permaneceram constantes, reflexo de uma escala de produção que não mudou ao longo do tempo. Como exemplo, a área média do estabelecimento manteve-se praticamente estável, passando de 60,2ha em 1975 para 58ha em 2006.

A Tabela 2 mostra, de forma resumida, a mudança na importância dos tratores, das despesas e do rebanho na produção agropecuária de 1975 a

2006. A elasticidade associada à mecanização amplia-se de 0,18 para 0,45, enquanto a de despesas baixou de 0,35 para 0,20, e a do rebanho animal, de 0,36 para 0,25. Isso mostra que a importância do rebanho e das despesas diminuiu, enquanto a mecanização passou a ter uma maior relevância em 2006.

Por fim, na próxima seção, são apresentados os principais resultados e as contribuições do estudo, no sentido de melhor compreender a agricultura gaúcha com base nos dados censitários de 1975, 1995-96 e 2006.

6 Conclusões

Para os anos analisados, o estudo mostra que a produção das principais culturas temporárias e permanentes teve aumentos importantes no RS. Na produção animal do Estado, também se observou um aumento no número de animais (grande, médio e pequeno portes) por área explorada. Em termos gerais, constata-se que o aumento na produção agrícola e no número de animais por área explorada está associado ao processo de modernização da agricultura e ao uso mais intensivo dos recursos disponíveis no RS.

Com respeito aos resultados obtidos a partir da estimativa da função de produção, observa-se que as variáveis com maiores impactos sobre a produção foram número de animais, despesas e número de tratores. Os coeficientes associados ao número de animais e às despesas têm uma redução ao longo dos anos censitários analisados, enquanto o coeficiente associado ao número de tratores teve um aumento. Isso significa que, para o mesmo incremento no valor da produção, são necessárias uma maior variação em termos de número de animais e de despesas e uma menor em número de tratores.

Os resultados sinalizam que, na medida em que a agropecuária se tornou mais intensiva e empresarial, houve a necessidade de reorganizar a atividade econômica no setor, a fim de aumentar a competitividade, o que, por sua vez, redefiniu a relação entre os fatores de produção utilizados e o valor da produção agropecuária ao longo dos anos analisados.

Apesar do maior impacto do número de tratores sobre a produção agropecuária, o estudo mostrou que os rendimentos de escala são constantes, ou seja, incrementos iguais nos fatores de produção determinam aumentos, na mesma proporção do valor da produção, em todos os períodos considerados.

O desenvolvimento tecnológico ocorrido nos últimos anos direcionou a agropecuária gaúcha para uma intensificação do uso do capital (principal-

mente tratores) em substituição à mão de obra. Assim, parece que esse setor no Estado segue a mesma tendência observada nos países desenvolvidos. Isso foi possível, em parte, pelo desenvolvimento de novas tecnologias de produção, especialmente no setor de grãos (milho, trigo, arroz e soja), cuja produtividade aumentou ao longo dos anos analisados. Portanto, uma maior utilização desses fatores de produção sinaliza que, cada vez mais, o uso de tecnologias poupadoras de terra é desejável para se contrapor à escassez de recursos naturais no RS.

Os resultados do trabalho reforçam a necessidade de políticas agrícolas que estimulem o uso mais intensivo da terra. Nesse sentido, políticas públicas que priorizem o processo inovativo e a transferência tecnológica devem fortalecer o incremento da produtividade e o aumento da produção agropecuária no RS.

Além de estimar a função de produção como realizado no presente estudo, sugere-se, para futuras pesquisas, estimar a fronteira de produção para os municípios do RS, a fim de calcular os diferentes níveis de eficiência técnica. O mapeamento dos municípios eficientes e ineficientes tornaria possível avaliar como melhor alocar os fatores de produção existentes, a fim de incrementar os níveis de produtividade em cada região.

Referências

ALVES, E. Quem ganhou e quem perdeu com a modernização da agricultura brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 9-39, jul./set. 2001.

ALVES, E; CONTINI, E; HAINZELIN, E. Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 37-51, jan./abr. 2005.

ARELLANO, M. **Panel data econometrics**. London: Oxford University, 2003.

ASTERIOU, D; HALL, S. H. **Applied econometrics: a modern approach**. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. New York: John Wiley & Sons, 2009.

CHAVAS, J. P. On the economics of agricultural production. **The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, Canberra, v. 52, n. 4, p. 365-380, 2008.

CHAVAS, J. P.; CHAMBERS, R. G.; POPE, R. D. Production economics and farm management: a century of contributions. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 92, n. 2, p. 356-375, 2010.

FULGINITI, L. E.; PERRIN, R. K. Agricultural productivity in developing countries. **Agricultural Economics**, Amsterdam, v. 19, n. 1/2, p. 45-51, 1998.

GUERREIRO, E. Produtividade do trabalho e da terra na agropecuária paranaense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.34, n.1, não paginado, 1996. 1 CD Rom

HELFAND, S. M.; LEVINE, E. S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center West. **Agricultural Economics**, Milwaukee, v. 31, n. 2-3, p. 241-249, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário de 1975**: Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. v. 1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 1995-1996**: Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. n. 22.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário de 2006**: Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

MADDALA, S; KIM, I. **Unit roots, cointegration and structural change**. London: Cambridge University, 1998.

MON-CHI, L.; JIN-LI, H. Governance and agricultural production efficiency: a cross-country aggregate frontier analysis. **Journal of Agricultural Economics**, Reading, v. 60, n. 1, p. 40-61, 2009.

OLUJENYO, F. O. The determinants of agricultural production and profitability in Akoko Land, Ondo-State, Nigeria. **Journal of Social Sciences**, Haryana, v. 4, n. 1, p. 37-41, 2008.

RUTTAN, V. W. Productivity growth in world agriculture: sources and constraints. **Journal of Economic Perspectives**, Pittsburgh, v. 16, n. 4, p. 161-184, 2002.

STÜLP, V. J; MARQUETTI, A. A; FOCHEZATTO, A. Produtividade da mão de obra na agropecuária do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 1., 2002, Porto Alegre. [**Anais eletrônicos...**]. 2002. Disponível em:
<http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/eeg/index_1eeg.php>. Acesso em: 28 jul. 2010.

VOLLRATH, D. Land distribution and international agricultural productivity. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 89, n. 1, p. 202-216, 2007.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge: MIT, 2002.

