



Determinantes da eficiência técnica da agricultura: um estudo para as culturas de milho e soja no estado de São Paulo.

Pedro Soares | pedro.soares@usp.br

Economista e mestre em Economia Aplicada - ESALQ/USP

Sumário

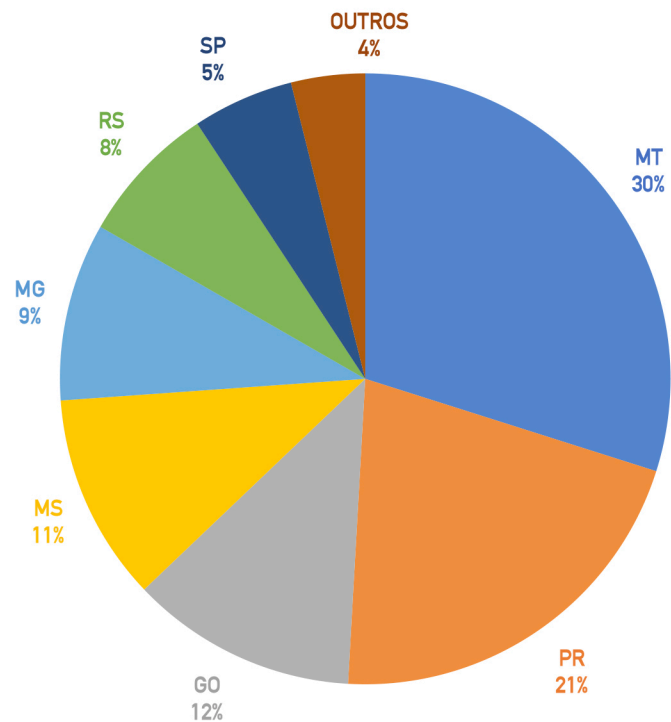
- ▶ *Introdução*
- ▶ *Revisão*
- ▶ *Metodologia*
- ▶ *Resultados*
 - ▶ *Milho*
 - ▶ *Soja*
- ▶ *Considerações finais*
- ▶ *Referências*

Introdução

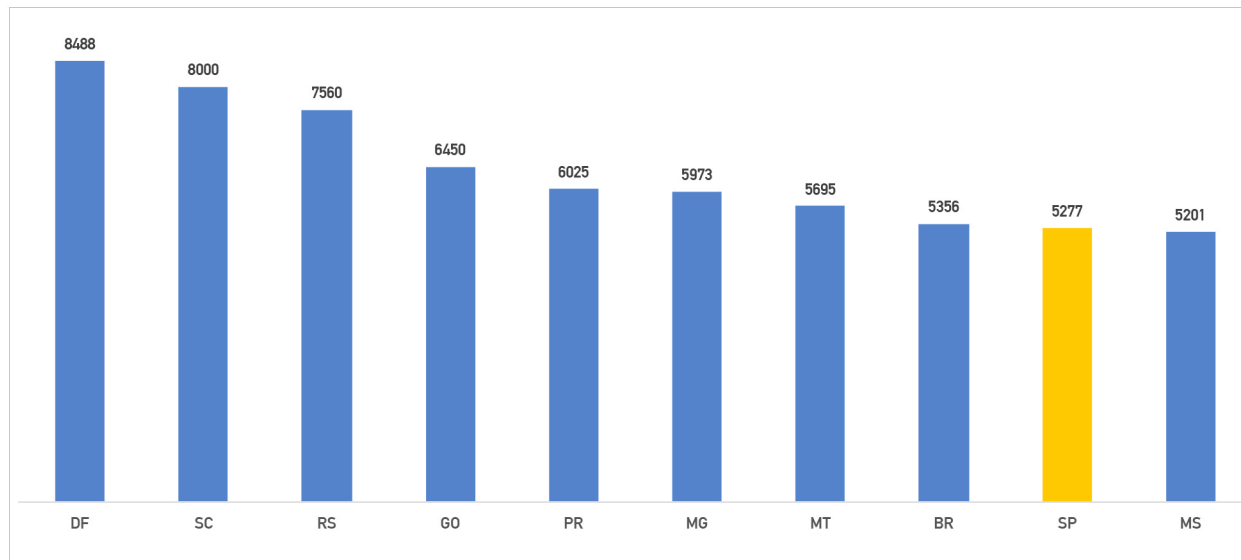
- ▶ Ganhos recentes de PTF pela agricultura brasileira;
- ▶ Crescimento da produção nacional de grãos nas últimas décadas;
- ▶ Milho e soja: principais cadeias produtivas do agronegócio brasileiro.

Introdução

Produção Estadual - Milho



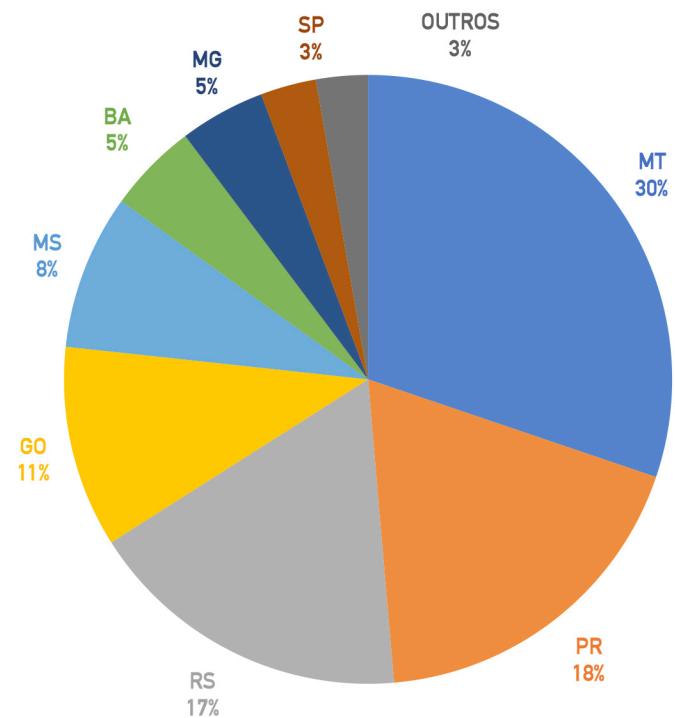
Produtividade média (kg/ha)



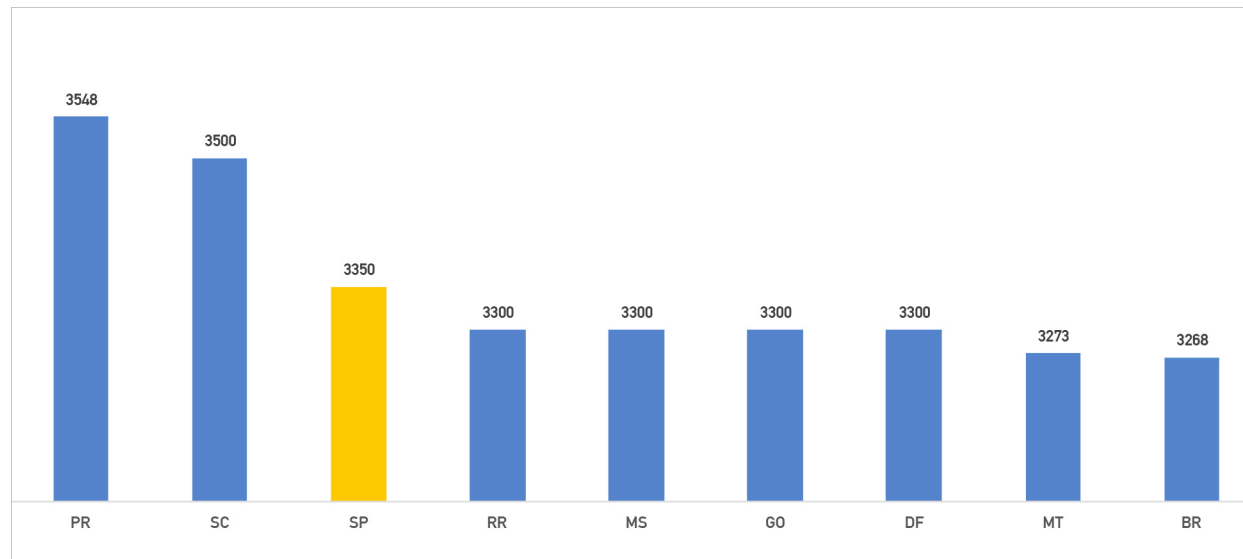
Fonte: Elaborados pelo autor a partir de Companhia Nacional de Abastecimento (2017).

Introdução

Produção Estadual - Soja



Produtividade média (kg/ha)



Fonte: Elaborados pelo autor a partir de Companhia Nacional de Abastecimento (2017).

Introdução

- ▶ Relevância histórica da cultura do milho no estado de São Paulo;
- ▶ Importância estratégica dessas commodities à segurança alimentar;
- ▶ Sucessão soja-milho;
- ▶ Produtividade real aquém da potencial;
- ▶ Análise da eficiência técnica:
 - ▶ Identificar principais barreiras para ganhos de eficiência na produção nacional;
 - ▶ Garantir o crescimento sustentado de longo prazo das culturas.

Revisão

Gasques et al. (2015)

Crescimento da PTF de 3,53% ao ano no período 1975 a 2014. Tecnologias que contribuíram para o crescimento da produtividade: viabilização da segunda safra de verão, o desenvolvimento de resistência genética às principais doenças, e sistema de plantio direto na palha.

Contini et al. (2010)

Taxa anual média de crescimento da produção das cinco principais culturas de grãos (soja, milho, feijão, arroz e trigo) entre 1975 e 2010 na ordem de 3,66% ao ano, sendo o aumento da produtividade da ordem de 2,95% ao ano.

Rivera e Constantin (2007)

Ausência de ganhos de eficiência nas lavouras brasileiras de arroz, feijão, milho, soja e trigo, para os anos de 2001 a 2006. Regiões Nordeste, Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste com as maiores eficiências, respectivamente. Terra e crédito agrícola: aumentadores de eficiência.

Helfand e Levine (2004)

Relação não linear entre o tamanho das unidades produtivas e eficiência. Determinantes das diferenças de eficiência entre propriedades: tipo de posse de terra, acesso à infraestrutura e eletricidade, e mercado de insumos modernos (irrigação e fertilizantes).

Vicente (2004)

Existência de ineficiência técnica moderada, alta ineficiência alocativa e baixa eficiência econômica ao nível nacional. Principais componentes da eficiência técnica: condições de clima e solo e o uso de irrigação; componentes da eficiência alocativa: nível de escolaridade. Apenas o estado de São Paulo apresentou eficiência econômica plena em 1995/96.

Metodologia

Segundo Kumbhakar e Lovell (2000), o modelo de fronteira estocástica pode ser representado como:

$$Y_i = f(x_i; \beta) * \exp(v_i) * TE \Rightarrow Y_i = f(x_i; \beta) * \exp(v_i) * \exp(-u_i)$$

Coelli et al. (2005) definem a eficiência técnica como:

$$TE = \frac{Y_i}{\exp(x_i\beta+v_i)} = \frac{\exp(x_i\beta+v_i-u_i)}{\exp(x_i\beta+v_i)} = \exp(-u_i)$$

Funções utilizadas:

Cobb-Douglas: $\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln x_{ji} - \sum_{l=1}^n \delta_l z_{il} - w_i + v_i$

translog: $\ln Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln x_{ji} + \frac{1}{2} \sum_j^m \sum_l^m \beta_{jl} \ln x_{ji} \ln x_{li} - \sum_{l=1}^n \delta_l z_{il} - w_i + v_i$

Metodologia

➤ *Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária* (Projeto LUPA)

Informações:

- ▶ Uso do solo, produtividade agrícola, características dos estabelecimentos e produtores rurais, pessoal ocupado na agricultura, investimento em equipamentos e máquinas, etc.
- ▶ Dados desagregados ao nível do estabelecimento (Unidades de Produção Agropecuária – UPA):
 - ▶ **Milho** produzido em 51.694 UPAs (15,93% do total) e 667.684,57 hectares
 - ▶ **Soja** produzida em 7.816 UPAs (2,41% do total) e 396.426,8 hectares

ANO SAFRA
2007-2008

Metodologia

Tabela 1 - Variáveis utilizadas

Variáveis	Unidade
Produção de soja/milho	Kg
Área cultivada com soja/milho	hectare
Estoque de capital	R\$ de 2007
Familiars do proprietário que trabalham na UPA	unidades
Mão de obra permanente	unidades
Práticas de conservação do solo	dummy
Nível de instrução	dummy
Cooperado	dummy
Assistência técnica	dummy
Crédito rural	dummy
Sementes melhoradas	dummy
Manejo integrado de pragas	dummy
Plantio direto	dummy
Aptidão do solo/clima/relevo	dummy
Colheita mecanizada	dummy
Adubação Verde	dummy

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Projeto LUPA 2007/08.



Reflète, ao nível municipal, as condições do meio físico para cultivo sem irrigação de culturas anuais e perenes.

Resultados

Milho



Resultados

Milho

- ▶ Total de observações pós-ajustes: 45.583
- ▶ Regressão MQO:
 - ▶ Presença de assimetria e não normalidade na distribuição do erro.
- ▶ Modelo fronteira estocástica:
 - ▶ Especificação translog forneceu o melhor ajuste aos dados;
 - ▶ Retornos crescentes à escala em ambas as especificações;
 - ▶ Eficiência média de 0,616 para o estado.



Resultados - LUPA

Milho

Tabela 2 - Estimativas da função de produção e ineficiência técnica
(Continua)

Variável	Coeficiente	
	Cobb-Douglas	translog
Fronteira de produção		
Constante	8,813 * (0,005)	8,808 * (0,005)
Área da cultura	1,036 * (0,001)	1,042 * (0,002)
Mão de obra familiar	0,015 * (0,002)	0,025 * (0,006)
Mão de obra permanente	0,006 * (0,002)	0,035 * (0,006)
Estoque de capital	0,001 * (0,0002)	-0,008 * (0,003)
Área da cultura x área da cultura	-	-0,003 * (0,001)
Mão de obra familiar x mão de obra familiar	-	-0,018 * (0,006)
Mão de obra permanente x mão de obra permanente	-	0,002 (0,004)
Estoque de capital x estoque de capital	-	0,002 * (0,001)
Área da cultura x mão de obra familiar	-	0,006 * (0,002)
Área da cultura x mão de obra permanente	-	-0,003 *** (0,002)
Área da cultura x estoque de capital	-	-0,0001 * (0,0001)
Mão de obra familiar x mão de obra permanente	-	-0,010 * (0,004)
Mão de obra familiar x estoque de capital	-	-0,001 (0,0004)
Mão de obra permanente x estoque de capital	-	-0,002 * (0,001)
Dummy tamanho 1	0,080 * (0,004)	0,081 * (0,005)
Dummy tamanho 2	0,034 * (0,004)	0,030 * (0,004)
Dummy tamanho 3	0,036 * (0,004)	0,032 * (0,004)

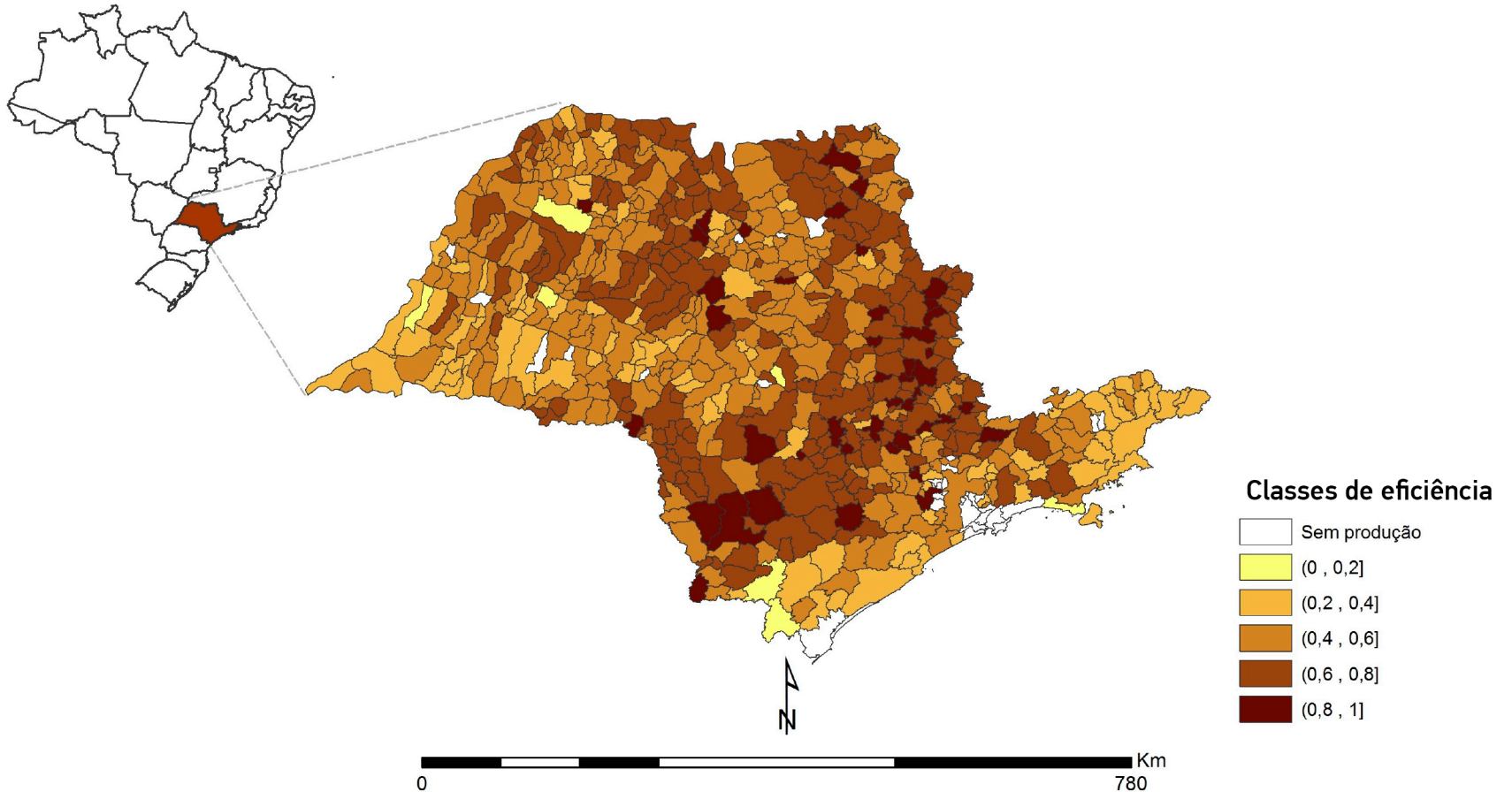
Variável	Coeficiente	
	Cobb-Douglas	translog
u sigma		
Constante	0,144 * (0,025)	0,135 * (0,025)
ATER pública	0,119 * (0,015)	0,118 * (0,015)
ATER privada	0,001 (0,022)	-0,0004 (0,022)
Média aptidão	-0,615 * (0,023)	-0,610 * (0,023)
Alta aptidão	-0,489 * (0,022)	-0,486 * (0,022)
Manejo integrado de pragas	-0,340 * (0,040)	-0,404 * (0,040)
Sementes melhoradas	-0,179 * (0,015)	-0,178 * (0,015)
Crédito rural	0,114 * (0,018)	0,114 * (0,018)
Cooperado	0,114 * (0,017)	0,116 * (0,017)
Conservação do solo	-0,035 * (0,016)	-0,031 ** (0,016)
Plantio direto	-0,254 * (0,026)	-0,258 * (0,026)
Colheita mecanizada	-0,529 * (0,016)	-0,527 * (0,016)
Adubação verde	-0,135 * (0,025)	-0,137 * (0,024)
Primário completo	-0,084 * (0,020)	-0,081 * (0,020)
Primeiro grau completo	-0,108 * (0,027)	-0,105 * (0,027)
Segundo grau completo	-0,045 *** (0,028)	-0,043 (0,027)
Curso superior completo	-0,026 (0,026)	-0,025 (0,026)
v sigma		
Constante	-5,241 * (0,039)	-5,255 * (0,040)
Total de observações		45.583
Log likelihood	-21.796,47	-21.742,25
Wald chi2	1.348.757	1.497.142
Prob > chi2	0,0000	0,0000

Notas: Desvio-padrão entre parênteses; estatisticamente significativa nos intervalos de confiança * 99%, **95% e *** 90%.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Projeto LUPA 2007/08.

Resultados - LUPA

Milho



Resultados

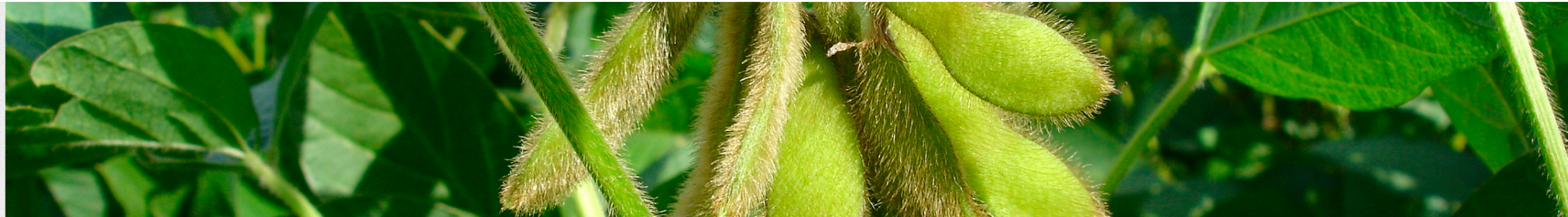
Soja



Resultados

Soja

- ▶ Total de observações pós-ajustes: 6.599
- ▶ Regressão MQO:
 - ▶ Presença de assimetria e não normalidade na distribuição do erro.
- ▶ Modelo fronteira estocástica:
 - ▶ Especificação translog forneceu o melhor ajuste aos dados;
 - ▶ Retornos decrescentes à escala (*Cobb-Douglas* e translog);
 - ▶ Eficiência média de 0,814 para o estado.



Resultados - LUPA

Soja

Tabela 3 - Estimativas da função de produção e ineficiência técnica
(Continua)

Variável	Coeficiente	
	Cobb-Douglas	translog
Fronteira de produção		
Constante	8,211 * (0,015)	8,266 * (0,019)
Área da cultura	0,985 * (0,003)	0,934 * (0,008)
Mão de obra familiar	-0,003 (0,001)	-0,009 (0,016)
Mão de obra permanente	0,016 * (0,004)	-0,005 (0,017)
Estoque de capital	-0,001 * (0,001)	-0,002 (0,004)
Área da cultura x área da cultura	-	0,015 * (0,003)
Mão de obra familiar x mão de obra familiar	-	0,037 * (0,016)
Mão de obra permanente x mão de obra permanente	-	-0,006 (0,005)
Estoque de capital x estoque de capital	-	-0,0002 (0,001)
Área da cultura x mão de obra familiar	-	-0,006 *** (0,003)
Área da cultura x mão de obra permanente	-	0,004 (0,004)
Área da cultura x estoque de capital	-	0,001 ** (0,0004)
Mão de obra familiar x mão de obra permanente	-	-0,003 (0,007)
Mão de obra familiar x estoque de capital	-	-0,001 ** (0,001)
Mão de obra permanente x estoque de capital	-	0,001 (0,001)
Dummy tamanho 1	-0,078 * (0,011)	-0,078 * (0,011)
Dummy tamanho 2	-0,071 * (0,008)	-0,049 * (0,009)
Dummy tamanho 3	-0,036 * (0,007)	-0,014 ** (0,007)

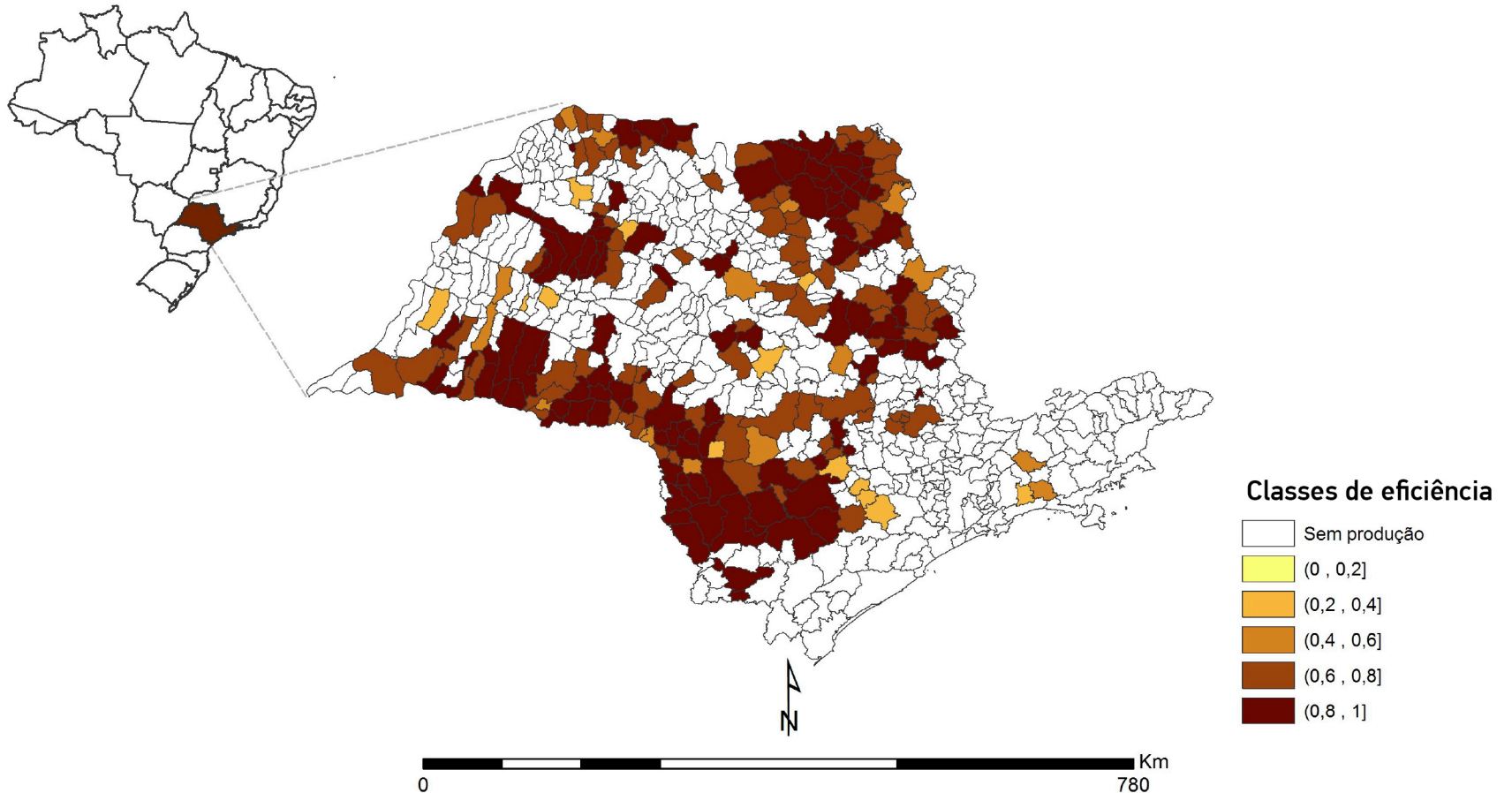
Variável	Coeficiente	
	Cobb-Douglas	translog
u sigma		
Constante	-0,275 (0,590)	-0,206 (0,590)
ATER pública	-0,252 * (0,045)	-0,241 * (0,045)
ATER privada	-0,184 * (0,059)	-0,187 * (0,059)
Média aptidão	-1,472 * (0,600)	-1,511 * (0,597)
Alta aptidão	-2,057 * (0,593)	-2,123 * (0,592)
Manejo integrado de pragas	-0,161 ** (0,080)	-0,167 ** (0,080)
Sementes melhoradas	-0,018 (0,059)	-0,024 (0,059)
Crédito rural	0,194 * (0,042)	0,190 * (0,042)
Cooperado	0,116 * (0,042)	0,114 * (0,042)
Conservação do solo	0,196 ** (0,102)	0,178 *** (0,101)
Plantio direto	-0,279 * (0,044)	-0,272 * (0,044)
Adubação verde	-0,180 * (0,059)	-0,173 * (0,059)
Primário completo	-0,212 * (0,069)	-0,212 * (0,069)
Primeiro grau completo	-0,169 ** (0,082)	-0,166 ** (0,082)
Segundo grau completo	-0,019 (0,081)	-0,011 (0,081)
Curso superior completo	-0,086 (0,079)	-0,065 (0,590)
v sigma		
Constante	-4,952 * (0,048)	-4,997 * (0,048)
Total de observações	6.599	
Log likelihood	1.722,31	1.778,73
Wald chi2	397.217	361.629
Prob > chi2	0,0000	0,0000

Notas: Desvio-padrão entre parênteses; estatisticamente significante nos intervalos de confiança * 99%, **95% e *** 90%.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do Projeto LUPA 2007/08.

Resultados - LUPA

Soja



Considerações finais

- ▶ Eficiência técnica dos sojicultores maior que dos produtores de milho no estado de São Paulo;
- ▶ Cultivo de milho realizado de modo mais tradicional;
- ▶ Importância da Assistência Técnica pública para a agricultura paulista;
- ▶ Contribuição de níveis mais baixos de escolaridade para ganhos de eficiência;
- ▶ Sinais distintos para uso de sementes melhoradas.

Referências

- COELI, T. J. et al. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2.ed. Springer, 2005. 349 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. v. 4 Safra 2016/2017 – Sétimo levantamento. Brasília, p. 1-160, abril 2017.
- CONTINI, E.; GASQUES, J. G.; ALVES, E.; BASTOS, E.T. **Dinamismo da agricultura brasileira**. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 19, Edição especial de aniversário do MAPA – 150 anos, p. 42-64, Jul. 2010.
- GASQUES, J. C.; BACCHI, M. R. P.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E. T.; VALDES, C. **Produtividade da Agricultura Brasileira, a Hipótese da Desaceleração**. Seminário: Agricultura e Crescimento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Brasília, 3 de dezembro de 2015.
- HELFAND, S. M.; LEVINE, E. S. **Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West**. Agricultural Economics, 31(2004), 241-249.
- KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, K. **Sthocastic frontier analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- RIVERA, E. B. B. R.; COSTANTIN, P. D. Produtividade Total Dos Fatores Nas Principais Lavouras De Grãos Brasileiras: Análise De Fronteira Estocástica E Índice De Malmquist. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35, 2007, Recife. **Artigos...** Recife: Anpec, 2007. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A121.pdf>>. Acesso em: março de 2016.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: janeiro de 2016.
- SPAROVEK, G.; MAULE, R. F.; BARRETTO, A.; DOURADO NETO, D.; MARTINS, S. P. **Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil (MI/FEALQ)**. 2014.
- VICENTE, J. R. Economic efficiency of agricultural production in Brazil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 201-222, Jun 2004.

Obrigado!

pedro.soares@usp.br