

Série Técnica *apta*

INFORMAÇÕES ECONÔMICAS

Eficiência na Produção de Bovinos de Corte de Ciclo Completo no Estado de São Paulo
O. Tupy, M. de M. B. Vinholis, W. Barioni Júnior

Contribuição Financeira por Grupo de Produtos Agropecuários dos Municípios Paulistas em Relação à Área Produtiva Ocupada
P. A. de Oliveira, S. A. Rodrigues, C. R. Padovani, R. G. Cervi

Compromissos Nacionais Assumidos na COP21 e seus Impactos no Setor Sucreenergético
S. P. Gonçalves, R. P. da Silva

O Critério da Área Cultivada e a Participação dos Municípios no ICMS Paulista
T. J. F. Franca, M. M. M. Hirriart, R. de O. Pithan e Silva

Análise do Risco do Investimento em Guandu como Suplemento Volumoso para Bovinos de Corte a Pasto
O. Tupy, P. P. A. Oliveira, S. N. Esteves, R. Godoy



**Instituto
de Economia
Agrícola**



Série Técnica *apta*

INFORMAÇÕES ECONÔMICAS

São Paulo, SP, Brasil

ISSN 0100-4409

Conselho Editorial de IE

Ângela Kageyama (UNICAMP, SP)
Arlson Favareto (UFABC, SP)
Denise de Souza Elias (UECE, CE)
Flávio Sacco dos Anjos (UFPEL, RS)
Geraldo da Silva e Souza (EMBRAPA, DF)
José Garcia Gasques (IPEA, DF)
José Matheus Valenti Perosa (UNESP, SP)
Luiz Norder (UFSCar, SP)
Pedro Valentim Marques (USP, SP)
Pery Francisco Assis Shikida (UNIOESTE, PR)
Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho (UNICAMP, SP)

INFORMAÇÕES ECONÔMICAS. v.1-n.12 (dez.1971) - São Paulo
Instituto de Economia Agrícola, dez. 1971-
(Série Técnica Apta)

Mensal

Continuação de: Mercados Agrícolas e Estatísticas Agrícolas,
v.1-6, jun./nov., 1966-1971.

A partir do v.30, n.7, jul., 2000 faz parte da Série Técnica Apta da
SAA/APTA.

ISSN 0100-4409

1 - Economia - Periódico. I - São Paulo. Secretaria de
Agricultura e Abastecimento. Agência Paulista de Tecnologia dos
Agronegócios.

I - São Paulo. Instituto de Economia Agrícola.

CDD 330

Indexação: Revista indexada em AGRIS/FAO e AGROBASE

É permitida a reprodução total ou parcial desta revista, desde que seja citada a fonte.
Os artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores.

Instituto de Economia Agrícola

Praça Ramos de Azevedo, 254 - 3º andar - 01037-912 - São Paulo - SP

Fone: (11) 5067-0557 / 0531 - Fax: (11) 5073-4062

e-mail: iea@iea.agricultura.sp.gov.br - Site: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br>

INFORMAÇÕES ECONÔMICAS

Revista Técnica do Instituto de Economia Agrícola (IEA)

v. 53, 2023

Instituto de Economia Agrícola

Diretor-técnico de Departamento Felipe Pires de Camargo

Diretor-substituto Danton Leonel de Camargo Bini

Comitê Editorial do IEA Ana Victória Vieira Martins Monteiro, Danton Leonel de Camargo Bini, Felipe Pires de Camargo, José Roberto da Silva, Rosana de Oliveira Pithan e Silva, Terezinha Joyce Fernandes Franca • **Editor Científico** Ana Victória Vieira Martins Monteiro • **Editor Executivo** André Kazuo Yamagami • **Programação Visual** Rachel Mendes de Campos • **Editoração Eletrônica** André Kazuo Yamagami, Avani Cristina de Oliveira, Darlaine Janaina de Souza • **Editoração de Texto e Revisão de Português** André Kazuo Yamagami, Thiago Henrique Cortez de Lisboa • **Revisão Bibliográfica** Anderson das Neves Moreira, Darlaine Janaina de Souza • **Criação da Capa** Rachel Mendes de Campos

S u m á r i o

Eficiência na produção de bovinos de corte de ciclo completo no estado de São Paulo

O. Tupy, M. de M. B. Vinholis, W. Barioni Júnior

Compromissos nacionais assumidos na COP21 e seus impactos no setor sucroenergético

P. A. de Oliveira, S. A. Rodrigues, C. R. Padovani, R. G. Cervi

Dispêndios energéticos no sistema de produção da seringueira

S. P. Gonçalves, R. P. da Silva

O critério da área cultivada e a participação dos municípios no ICMS paulista

T. J. F. Franca, M. M. M. Hiriart, R. de O. Pithan e Silva

Análise de risco do investimento em guandu como suplemento volumoso para bovinos de corte a pasto

O. Tupy, P. P. A. Oliveira, S. N. Esteves, R. Godoy

Revisores

Convenções¹

Abreviatura, sigla, símbolo ou sinal	Significado	Abreviatura, sigla, símbolo ou sinal	Significado
- (hifen)	dado inexistente	inf.	informante
... (três pontos)	dado não disponível	IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
x (letra x)	dado omitido	IPCMA	Índice de Preços da Cesta de Mercado dos Produtos de Origem Animal
0, 0,0 ou 0,00	valor numérico menor do que a metade da unidade ou fração	IPCMT	Índice de Preços da Cesta de Mercado Total
"(aspa)	polegada (2,54 cm)	IPCMV	Índice de Preços da Cesta de Mercado dos Produtos de Origem Vegetal
/ (barra)	por ou divisão	IPR	Índice de Preços Recebidos pelos Produtores
@	arroba (15 kg)	IPRA	Índice de Preços Recebidos de Produtos Animais
abs.	absoluto	IPRV	Índice de Preços Recebidos de Produtos Vegetais
alq.	alqueire paulista (2,42 ha)	IPP	Índice de Preços Pagos pelos Produtores
benef.	beneficiado	IPPD	Índice de Preços de Insumos Adquiridos no Próprio Setor Agrícola
cab.	cabeça	IPPF	Índice de Preços de Insumos Adquiridos Fora do Setor Agrícola
cx.	caixa	kg	quilograma
cap.	capacidade	km	quilômetro
cv	cavalo-vapor	l (letra ele)	litro
cil.	cilindro	lb.	libra-peso (453,592 g)
c/	com	m	metro
conj.	conjunto	máx.	máximo
ClF	custo, seguro e frete	mín.	mínimo
dh	dia-homem	nac.	nacional
dm	dia-máquina	n.	número
dz.	dúzia	obs.	observação
emb.	embalagem	pc.	pacote
engr.	engradado	p/	para
exp.	exportação ou exportado	part. %	participação percentual
FOB	livre a bordo	prod.	produção
g	grama	rend.	rendimento
hab.	habitante	rel.	relação ou relativo
ha	hectare	sc.	saca ou saco
hh	hora-homem	s/	sem
hm	hora-máquina	t	tonelada
IGP-DI	Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna	touc.	touceira
IGP-M	Índice Geral de Preços de Mercado	u.	unidade
imp.	importação ou importado	var. %	variação percentual

¹As unidades de medida seguem as normas do Sistema Internacional e do Quadro Geral das Unidades de Medida. Apenas as mais comuns aparecem neste quadro.

EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE DE CICLO COMPLETO NO ESTADO DE SÃO PAULO¹

Oscar Tupy²

Marcela de Mello Brandão Vinholis³

Waldomiro Barioni Júnior⁴

1 – INTRODUÇÃO

O efetivo bovino do Brasil em 2017 foi de 171,8 milhões de cabeças, distribuído por 158,6 milhões de hectares de pastagens e 3,7 milhões de estabelecimentos rurais. Isso resulta em uma taxa de lotação média de 1,08 cabeça por hectare, e uma média de 45 cabeças por estabelecimento (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017). Desse efetivo, se conhece pouco sobre a eficiência da produção pecuária no que diz respeito aos ativos empregados pastagens, rebanhos e mão de obra. Vários indicadores zootécnicos e econômicos agregados por municípios e estados do país têm sido disponibilizados na literatura, como por exemplo, taxa de desmama, custo por arroba, peso vivo ao abate, taxa de lotação etc. (ANUÁRIO..., 2018). Neste trabalho, a ênfase foi dada à eficiência com a qual a pecuária bovina é conduzida, focando o sistema de produção individual, dentro de uma dada modalidade de produção e, neste caso, a produção de ciclo completo. Entende-se que avaliar a eficiência produtiva com a qual produtores exploram os seus ativos seja importante, pois ineficiências repercutem na competitividade e na viabilidade econômica e financeira do negócio.

Alguns estudos foram conduzidos com produtores de bovinos de corte no Brasil e em nível internacional, visando medir a eficiência dos mesmos. Entre os estudos de eficiência com bovinos de corte no Brasil pode-se citar Abreu *et al.* (2006). Os autores avaliaram a eficiência técnica de um produtor de gado de corte no pantanal por um período de oito anos, tomando-se cada ano, como uma observação. A eficiência média foi de 88% para os anos analisados. Tupy e Paim (2010)

avaliaram a eficiência da bovinocultura de corte no Brasil empregando um modelo que comparava a eficiência na produção de bezerros dos 27 estados brasileiros. Os autores usaram como insumos o número de vacas e a área utilizada na produção pelos estados. A eficiência média estimada foi de 93%, com 11 estados totalmente eficientes. Considerando-se esses resultados, os autores concluíram que o modelo tecnológico ou sistema de criação foi praticamente o mesmo, ou seja, predominantemente, extensivo. Gomes, E. *et al.* (2011) mediram a eficiência da atividade de cria na produção de bezerros de corte. Os autores consideraram apenas um insumo (reprodutores) e dois produtos (bezerros e vacas de descarte) em 21 sistemas modais construídos por painéis em diferentes regiões produtoras do país. A eficiência média foi de 78%, ou seja, os modais gastaram em média 22% mais reprodutores para obter bezerros e vacas de descarte, o que pode refletir ineficiência reprodutiva. Na literatura internacional, Samara-jeewa *et al.* (2012) avaliaram a eficiência na produção de bovinos de corte em fazendas localizadas em Alberta, no Canadá. Avaliaram as eficiências técnica, alocativa e econômica de 333 sistemas de produção de cria no período de 1995 a 2002. As eficiências técnica, alocativa e econômica foram de, respectivamente, 88,3%, 77,7% e 66,9%. Otieno, Hubbard e Ruto (2014) avaliaram a eficiência técnica de sistemas de produção de gado de corte no Quênia. Os autores analisaram a eficiência em função de três sistemas de criação: nômades, agropastoril e ranchos (sistemas especializados somente na produção de bovinos de corte). A eficiência técnica para 110 sistemas nômades foi de 65%, para 137 sistemas agropastoris foi de 70%, e para 66 ranchos foi de 76%. Temoso,

¹Registrado no CCTC, IE-14/2020.

²Veterinário, Doutor, Pesquisador Científico da Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: oscar.tupy@embrapa.br).

³Agrônoma, Doutora, Pesquisadora Científica da Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: marcela.vinholis@embrapa.br).

⁴Estatístico, Mestre, Pesquisador Científico da Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: waldomiro.barioni@embrapa.br).

Hardley e Vilano (2016) avaliaram 208 fazendas produtoras de gado de corte em ciclo completo distribuídos em seis regiões de Botsuana no período de 2004 a 2012. As medidas de eficiência variaram de 40 a 83% em função de cada região. Nos trabalhos do Quênia, Botsuana e Alberta, foram usados o método econométrico de fronteiras estocásticas para estimação da eficiência. Análises de eficiência na produção de outros produtos, tanto do agronegócio, como de indústrias e setor de serviços, utilizam a metodologia análise de envoltória de dados ou *data envelopment analysis* (DEA) baseada em programação linear (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984; CHARNES; COOPER; RHODES, 1978), e a análise econométrica de fronteira de produção (AIGNER; LOVELL; SCHMIDT, 1977; MEEUSEN; VAN DER BROECK, 1977). O método de fronteiras estocásticas é alternativo ao DEA, mas de menor uso, dadas as particularidades estatísticas do mesmo. Ele exige grandes amostras e o emprego de forma funcional para a relação insumo-produto, a qual define a tecnologia utilizada na produção, por exemplo, as funções Cobb Douglas e Translog. Segundo alguns autores, as formas funcionais impõem restrições à tecnologia. Contudo, o método de fronteira estocástica ajusta a eficiência do produtor aos fatores aleatórios que possam favorecê-lo, por exemplo, clima ou condições de solo mais propícias à exploração, ao contrário do método DEA. Embora não atribua qualquer forma funcional à tecnologia, o método DEA considera qualquer desvio da fronteira da produção potencial ou máxima projetada como ineficiência. Dada a amplitude do tema, discutir as vantagens de um método sobre outro não faz parte do escopo deste trabalho, porém, uma discussão ampla sobre as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos pode ser obtida de Lovell e Schmidt (1988).

2 – METODOLOGIA

2.1 – Descrição dos Dados

No total, foram 28 estabelecimentos rurais ou 28 sistemas de produção de bovinos de corte. Os dados foram secundários e referentes apenas ao ano agrícola 2016/17 que estavam disponíveis de um outro projeto de pesquisa, conduzido com outros objetivos, mas que se ajustaram ao objetivo deste trabalho (VINHOLIS *et al.*, 2020).

A amostra foi obtida de produtores localizados na região oeste do estado de São Paulo, tradicional produtora de bovinos de corte, e os dados de insumo-produto constam da tabela 1.

A estatística descritiva dos dados listados na tabela 1 constam da tabela 2. Para os 28 sistemas de produção (SPs), o número médio de cabeças (NC) foi de 687, com o menor rebanho de 101 cabeças, enquanto a área média (AP) das pastagens utilizadas foi de 355,11 hectares, variando de 36 hectares a 1.711 hectares. Na média, foram utilizadas 2,39 pessoas, como mão de obra fixa (MOF), variando de 1 a 9 pessoas, e um número médio de diárias (MOT) de 81,89, variando de 1 a 500 diárias no ano. A receita bruta média (RB) foi de R\$641.602,86, variando de R\$56.750,00 a R\$ 3.165.000,00.

O número total de animais da amostra foi de 19.236 cabeças em 9.943 hectares de pastagens. O total de mão de obra fixa empregada foi de 67 pessoas e o número de diárias contratadas foi de 2.293. A receita total da amostra foi de R\$17.964.880,00.

2.2 – Variáveis de Decisão

As variáveis de decisão de insumo-produto utilizadas para estimar a fronteira de produção e avaliar a eficiência produtiva foram: a receita bruta anual (R_{Bi}), obtida com a venda de animais pelo produtor *i* ou sistema de produção doravante tratado como SP_{*i*} e como insumos, número de cabeças por sistema de produção *i* (NC_{*i*}); a área de pastagem por sistema de produção (AP_{*i*}); mão de obra fixa anual (familiar e empregados fixos) (MOF_{*i*}), e; mão de obra temporária anual (número de diárias pagas (MOT_{*i*}), conforme apresentadas na tabela 1.

Para avaliar a eficiência produtiva, foi utilizado o modelo de programação matemática (linear) conhecido como *data envelopment analysis* (DEA), que permite calcular a eficiência com orientação ao produto, pressupondo-se retornos variáveis à escala (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984) e podendo, alternativamente, utilizar a opção com retornos constantes de escala (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). O modelo com retornos variáveis de escala forma uma superfície convexa de planos em intersecção, que envolve os dados de maneira mais compacta do que a superfície formada pelo modelo de retornos constantes.

TABELA 1 – Variáveis de decisão empregadas para análise de eficiência dos sistemas de produção (SPi), região oeste do estado de São Paulo, 2016/17 (n=28)

SPi	N. de cabeças por rebanho (NCi)	Área de pastagem utilizada (APi) (ha)	Mão de obra fixa (MOFi) (n.)	Mão de obra temporária (MOTi) (diárias)	Receita bruta do rebanho (RBi) (R\$)
16	600	340	2	1	373.500,00
113	1.449	720	1	10	3.165.000,00
108	1.470	484	9	50	1.961.250,00
20	232	68	1	120	270.000,00
170	103	36	4	80	132.400,00
119	370	254	1	1	265.080,00
121	2.050	1711	5	450	3.037.000,00
42	1.975	690	3	30	1.915.000,00
26	429	145	2	30	313.500,00
162	1.320	436	3	50	926.000,00
176	302	150	1	1	148.000,00
159	250	145	2	10	228.250,00
92	101	48	1	120	85.000,00
71	511	218	2	30	340.000,00
163	1.100	532	9	500	823.000,00
27	825	385	1	90	584.350,00
79	305	84	3	15	116.000,00
125	158	133	1	100	103.500,00
126	691	363	1	20	450.000,00
19	625	266	3	100	327.200,00
123	690	363	2	40	419.000,00
164	506	200	2	270	244.000,00
110	364	194	1	80	219.000,00
73	676	673	2	20	396.880,00
47	795	435	2	20	405.000,00
62	600	411	1	30	349.520,00
131	547	399	1	5	310.700,00
66	192	60	1	20	56.750,00

Fonte: Vinholis, Carrer e Souza Filho (2017).

TABELA 2 – Estatística descritiva das variáveis de decisão, região oeste do estado de São Paulo, 2016/17 (n=28)

Estatística	N. de cabeças por rebanho (NC)	Área de pastagem utilizada (AP) (ha)	Mão de obra fixa (MOF) (n.)	Mão de obra temporária (MOT) (diárias)	Receita bruta do rebanho (RBi) (R\$)
Média	687	355,11	2,39	81,89	641.602,86
Desvio padrão	530	330,98	2,13	124,66	835.770,33
Valor mínimo	101	36,00	1,00	1,00	56.750,00
Valor máximo	2.050	1.711	9,00	500,00	3.165.000,00
Total	19.236	9.943	67	2.293	17.964.880,00

Fonte: Vinholis, Carrer e Souza Filho (2017).

Com isso, os valores obtidos para a eficiência técnica, são maiores ou iguais aos obtidos com retornos constantes. A adição de convexidade possibilita separar a eficiência total obtida com o modelo de retornos constantes, em eficiência técnica pura e em eficiência de escala, embora a ênfase neste trabalho tenha sido dada apenas à eficiência técnica pura. A utilização do modelo da equação (1), com orientação a produto foi empregado para medir a eficiência dos produtores relativa aos seus pares. Para o produtor é muito importante saber o quanto deixa de ganhar com o capital e mão de obra investidos na produção, quando comparado aos seus pares na amostra, que são 100% eficientes, ou seja, que retiram o máximo dos ativos empregados no processo produtivo. Esses produtores 100% eficientes são referidos na literatura técnica como *benchmarks* ou produtores referência.

$$\text{Max } \phi, \lambda \quad \phi \quad (1)$$

sujeito a

$$- \phi y_i + Y \lambda \geq 0,$$

$$x_i - X \lambda \geq 0,$$

$$N1' \lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0,$$

em que:

y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidades de produtos do SP $_i$ (receita bruta anual com venda de animais);

x_i é um vetor ($k \times 1$) de quantidades de insumos do SP $_i$ (rebanho, pastagens, mão de obra);

Y é uma matriz ($n \times m$) de produtos dos n SPs;

X é uma matriz ($n \times k$) de insumos dos n SPs;

λ é um vetor ($n \times 1$) de pesos ou multiplicadores produzidos por otimização matemática que atendem as restrições do modelo da equação (1), permitindo calcular a fronteira potencial ou o produto máximo que pode ser obtido de cada produtor ineficiente na amostra, indicando a participação de cada *benchmark* na composição da fronteira. O modelo da equação 1 encontra-se com maior detalhamento em Banker, Charnes e Cooper (1984).

Nesse modelo com orientação a produto, os insumos são fixos e o produto é maximizado, embora a ocorrência de certas particularidades do método de construção da fronteira referen-

ciados na metodologia DEA como *slacks* (COELLI, 1996) promove em algumas situações ajustes nos insumos, podendo estes sofrerem alguma redução para um ou outro produtor. Pode ser empregado, também, um modelo com orientação a insumos. Neste caso, fixa-se o produto e os insumos são minimizados (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978; BANKER; CHARNES; COOPER, 1984).

Nesse modelo com orientação a produto, o valor encontrado na solução dos problemas (ϕ) é maior ou igual a 1, indicando a máxima expansão possível da produção (GOMES, A. *et al.*, 2018), mantendo-se fixas as quantidades dos insumos. $N1' \lambda = 1$ é uma restrição de convexidade, sendo $N1$ um vetor $N \times 1$ de uns. A restrição de convexidade ($N1' \lambda = 1$) assegura, essencialmente, que o SPR ineficiente é somente comparado com outro SP de igual tamanho. A medida de eficiência de cada produtor é relativa ao seu *benchmark*, calculada como $1/\phi$.

Para a análise, foi utilizado o *Data Envelopment Analysis Computer Program* (DEAP), *Version 2.1*, desenvolvido por Coelli (1996). Este programa é bastante interessante porque produz os relatórios individuais de cada SP na amostra, indicando o produto potencial de cada sistema comparado ao produto observado e ajustes nos insumos, conforme discutido por Coelli (1996).

A partir do dimensionamento ótimo reportado pelas análises de eficiência, foram comparados o lucro observado e o lucro projetado (máximo) de cada SP, precificando rebanho, pastagem, mão de obra e custo operacional. Para rebanho e pastagem, foi considerado um custo de oportunidade do capital investido de 5,5% a.a. (Taxa Selic nominal/set./2019). Os preços da mão de obra fixa foram estimados em 1,5 salário mínimo do estado de São Paulo em setembro de 2019, o valor da diária em R\$50,00, o que resulta em R\$1.100,00 por 22 dias úteis (Tabela 2). O custo operacional menos mão de obra foi estimado em 45% da receita bruta, seguindo o Anuário... (2018).

Os valores dos ativos rebanho e pastagem de cada produtor da amostra e do gasto com mão de obra foram calculados utilizando-se os dados das tabelas 1 e 3, posteriormente, totalizados para a amostra. Utilizando-se a receita observada total da amostra e a receita projetada total, foram calculados o lucro líquido observado e o lucro líquido ótimo, conforme as equações (2) e (3):

TABELA 3 – Precificação e custo de oportunidade de ativos utilizados, região oeste do estado de São Paulo, 2016/17

Item	Unidade	Valor
Preço estimado do hectare de pasto ¹	R\$	15.000,00
Custo de oportunidade do pasto e rebanho	%	5,50
Salário da mão de obra fixa	R\$/mês	1.759,08
Salário da mão de obra fixa	R\$/ano	22.868,00
Custo da diária	R\$	50,00
Custo operacional	como % da receita bruta	45
Preço médio para animais do rebanho ²	R\$/cab	1.800,00

¹Estimativa.

²Informação retirada dos dados de venda dos animais

Fonte: Vinholis, Carrer e Souza Filho (2017).

$$LLOB = ROB - (COROB + CoPOB + CMFOB + CMTOB + COP) \quad (2)$$

Onde:

LLOB = lucro líquido observado total;

ROB = receita observada total;

COROB = custo de oportunidade do rebanho total;

COPOB = custo de oportunidade da pastagem total;

CMFOB = custo da mão de obra fixa total;

CMTOB = custo da mão de obra temporária total; e

COP = custo operacional total

$$LIOT = ROT - (COROT + COPOT + CMFOT + CMTOT + COP) \quad (3)$$

onde:

LIOT = Lucro Líquido ótimo total;

ROT = receita ótima total;

COROT = custo de oportunidade ótimo total do rebanho;

COPOT = custo de oportunidade ótimo total da pastagem;

CMFOT = custo da mão de obra fixa ótima total;

CMTOT = custo da mão de obra temporária ótima; e

CT = custo operacional ótimo total.

Por fim, foram feitos testes de hipóteses para verificar a existência de diferenças estatísticas entre o grupo de produtores eficientes (eficiência > 90%) e o de ineficientes (eficiência < 90%), com relação a um conjunto de variáveis não disci-

cionárias consideradas na amostra. As variáveis não discricionárias foram extraídas por meio do questionário estruturado aplicado aos produtores (VINHOLIS *et al.*, 2020), e divididas em quantitativas – idade do produtor em anos, experiência com pecuária em anos, experiência com lavoura em anos, número de eventos, feiras e cursos dos quais participou no ano e assistência técnica recebida medida em número de visitas/ano –, e qualitativas – existência de tratores na propriedade (sim ou não), nível de escolaridade (fundamental, médio e superior com ou sem especialização), assinatura de revistas especializadas (sim ou não), uso da *internet* (sim ou não), outras fontes de renda (sim ou não), crédito rural (sim ou não), relevo predominante (plano, ondulado, acidentado etc.), textura do solo (arenoso, argiloso) e fertilidade do solo (alta, média, baixa).

Para determinar a diferença estatística da frequência entre os grupos eficientes e não eficientes na amostra, para cada variável não discricionária foi utilizado o *The Freq Procedure* para variáveis qualitativas (na opção do teste exato de Fisher), e para as variáveis quantitativas foi utilizado o *GLM Procedure*, ambos do SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2012). O *p-value* de significância adotado foi de 5%. O pequeno número de observações na amostra não permitiu adotar métodos de análise apropriados para avaliar a relação entre variáveis não discricionárias e eficiência, como por exemplo, o método DEA FRONTIER em dois estágios, conforme proposto por Zhu (2009), ou os métodos de eficiência condicional e de regressão fracionária, respectivamente de Daraio e Simar (2007) e de Ramalho, E., Ramalho, J. e Henriques (2010).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Eficiência Técnica ou Produtiva

Na tabela 4 pode-se observar o *ranking* dos SPs com relação à eficiência, sendo que, cada SPR ineficiente está relacionado a um ou mais SPRs eficientes e seus respectivos pesos utilizados na composição da fronteira do SPR ineficiente. Estas são informações muito importantes, uma vez que os produtores ineficientes de-

vem se aproximar dos seus *benchmarks*, identificando práticas que lhes permitam evoluir para uma fronteira eficiente, explorando melhor os seus ativos (pastagens e rebanho), assim como mão de obra (treinamento, capacitação), aumentando em consequência a sua receita com a venda de animais.

A eficiência produtiva (técnica) média foi de 64,8%, para os produtores do *ranking* listados na tabela 4. Pode-se observar que dez produtores ou SPRs, representando 35,71% da amostra, fo-

TABELA 4 –*Ranking* dos SPs em função da eficiência produtiva (ET), com respectivos pesos dos *benchmarks* na composição da fronteira virtual de cada SP ineficiente, região oeste do estado de São Paulo, 2016/17

SPRs	Eficiência produtiva (ET) (%)	Peso (λ)	Benchmark	Peso (λ)	Benchmark	Peso (λ)	Benchmark
16	100	1,00	16				
113	100	1,00	113				
20	100	1,00	20				
170	100	1,00	170				
119	100	1,00	119				
176	100	1,00	176				
159	100	1,00	159				
92	100	1,00	92				
79	100	1,00	79				
66	100	1,00	66				
121	96	1,00	113				
108	92,6	0,65	113	0,35	170		
26	63,6	0,14	113	0,19	170	0,68	66
42	63,2	0,96	113	0,04	170		
125	58,8	0,03	113	0,80	92	0,17	66
162	48,6	0,58	113	0,42	170		
71	40,5	0,25	113	0,21	170	0,55	66
131	38,2	0,22	113	0,67	176	0,10	66
163	35,3	0,73	113	0,27	170		
27	34,8	0,49	113	0,51	20		
126	34,6	0,40	113	0,04	92	0,56	66
110	34,3	0,18	113	0,62	92	0,20	66
62	31,8	0,33	113	0,13	92	0,53	66
73	30,3	0,37	113	0,14	170	0,48	159
123	30,0	0,41	113	0,26	170	0,22	159
164	28,5	0,22	113	0,45	20	0,33	170
19	28,4	0,34	113	0,66	170	0,11	92
47	25,3	0,47	113	0,14	170	0,39	159

Fonte: Dados da pesquisa.

ram 100% eficientes e considerados *benchmarks* para as demais SPs da amostra. Outros 18 SPs ou 64,29% deles, exibiram algum grau de ineficiência técnica, e 5 (17,86%) exibiram eficiência acima de 50%. O restante, ou seja, quase metade da amostra (n=13/28 ou 46%) operou com eficiência menor do que 50%. Considerando-se as variáveis descritórias (rebanho, pastagens e mão de obra) para explicar a ineficiência, pode-se considerar a hipótese de que rebanhos e pastagens dos SPs menos eficientes incorporaram menos conhecimentos ou tecnologias, como por exemplo, em genética, nutrição animal, manejo de pastagens, reprodução e sanidade, ou uma combinação destes nos seus sistemas de produção. Cabe observar que a ordem dos produtores mudou quando comparada nas tabelas 1 e 4, sendo os SPs organizados em função da eficiência, da maior para a menor.

Na tabela 5, pode ser observado que produtores ineficientes poderiam ter obtido uma receita maior com os ativos (rebanho e área de

pastagens) e mão de obra (fixa e diárias) do que a obtida, tomando como referência os *benchmarks* da amostra. Os *benchmarks* no ano analisado obtiveram uma receita de 36,5% a mais do que os demais produtores da amostra. No caso presente, os produtores ou SPRs poderiam ter produzido uma receita de R\$30.749.819,33 com menos rebanho (16.881 cabeças), menos área de pastagem (8.182,72 hectares), menos mão de obra fixa e diárias (45 pessoas na mão de obra fixa e 1.084,10 diárias, respectivamente). Apresentaram, portanto, um *deficit* na geração de receita, na ordem de R\$12.784.939,33.

As estimativas de lucro observado e do lucro ótimo, com base nas equações 2 e 3, possibilitaram encontrar o *superavit* no lucro líquido a ser alcançado no total dos SPs (Tabela 6) utilizando uma combinação das tabelas 1 e 3.

No estudo apresentado por Abreu *et al.* (2006), a eficiência média para oito anos foi maior do que a obtida neste trabalho, ou seja, de 88%

TABELA 5 – Valores observados, ótimos e excedentes totais dos insumos e produto, decorrentes da análise de eficiência realizada com os 28 sistemas de produção da amostra, região oeste do estado de São Paulo, 2016/17

Valores	Insumos e receita de vendas				
	N. de cabeças total	Área de pastagem total (ha)	Mão de obra fixa total (n.)	Mão de obra temporária total (n.)	Receita bruta total (R\$)
Observados	19.236	9.943	67	2.293	17.964.880,00
Ótimos	16.881	8.182,72	45	1.084,10	30.749.819,33
Excedentes	2.354	1.760,28	21	1.208,90	
<i>Deficit</i>					(12.784.939,33)

Fonte: Vinholis, Carrer e Souza Filho (2017) e dados da pesquisa.

TABELA 6 – Capital total (n=28) investido em rebanho, pastagem, respectivos custos de oportunidade, custo da mão de obra, custo total* e receita observados, região oeste do estado de São Paulo, 2016/17 (R\$)

Valores	Observados	Ótimos
Rebanho	34.624.800,00	30.387.510,35
Pastagens	149.145.000,00	122.740.838,44
Custo da mão de obra fixa	1.532.156,00	1.032.397,33
Custo da mão de obra temporária	114.650,00	54.205,19
Custo operacional	6.437.390,00	12.750.811,18
Custo de oportunidade do capital investido	1.904.364,00	1.671.313,07
Custo do capital investido em pastagens	8.202.975,00	6.750.746,11
Receita com vendas de animais	17.964.880,00	30.749.819,33
Lucro líquido	-1.873.461	7.403.738,92

Fonte: Dados da pesquisa.

contra 64,9%. Contudo, Abreu *et al.* (2006) consideraram dados longitudinais de apenas um produtor. As metodologias desenvolvidas para avaliar a eficiência fornecem medidas de eficiência relativa, ou seja, necessita haver comparação entre produtores na gestão de ativos. Entretanto, dados longitudinais podem ser empregados nos modelos DEA e de fronteiras estocásticas de produção para n sistemas (SP's). No caso de Gomes, E. *et al.* (2011), a eficiência técnica foi de 78%, mas o modelo não reflete a realidade de um sistema de produção por duas razões: a primeira por serem os sistemas modais definidos por técnicos participantes de um painel e, segundo, por empregar um insumo e dois produtores, sendo mais comum a qualquer processo produtivo empregar capital e trabalho. A eficiência técnica média de 88,35% relatada por Otieno, Hubbard e Ruto (2014) para os sistemas de produção de gado de corte no Quênia foi maior do que a obtida no presente trabalho (64,9%). As eficiências alocativa e econômica obtidas por estes autores foram menores que a eficiência técnica, respectivamente, de 77,7% para a eficiência alocativa e de 66,9% para a eficiência econômica – mas ainda assim superiores a obtida no presente trabalho. No estudo conduzido por Temoso, Hardley e Vilano (2016), as medidas de eficiência variaram de 40% a 83% em função de cada região analisada, ficando em média mais próxima da eficiência da amostra analisada neste trabalho. Temoso, Hardley e Vilano (2016) trabalharam com as mesmas variáveis consideradas no presente trabalho, e o produto usado no modelo foi a receita bruta anual e os insumos, pastagens, rebanho e mão de obra, distinguindo-se apenas na consideração de mais um insumo, que foi suplemento alimentar, não incorporado neste estudo e que, se empregado por alguns sistemas da amostra, poderia produzir diferenças nos resultados. Por outro lado, os autores internacionais citados trabalharam com grandes amostras e com modelos econométricos propostos por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e van der Broeck (1977), o que pode implicar em diferença nas estimativas, dado que estes consideram efeitos aleatórios (LOVELL; SCHMIDT, 1988), não computados no modelo DEA proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984), e empregados neste trabalho e nos trabalhos de Abreu *et al.* (2006) e Gomes, E. *et al.* (2011). O estudo de Samarajeewa *et al.* (2012) também empregou o modelo de fronteira estocás-

tica proposto por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Van Der Broeck (1977), respectivamente; contudo, a atividade analisada foi a de cria, não servindo como base de comparação para o modelo de ciclo completo, mais próximo do estudo realizado por de Tupy e Paim (2010).

3.2 – Variáveis não Discricionárias e sua Relação com a Eficiência Produtiva.

Os resultados dos testes de hipóteses para verificar diferenças estatísticas na frequência entre grupos eficientes e ineficientes da amostra, para cada variável não discricionária, são apresentados na tabela 7. Do conjunto de variáveis não discricionárias descritas na metodologia, pode-se observar que poucas exibiram diferenças significativas entre grupos, entre elas, o nível de escolaridade, em que a proporção de produtores eficientes é maior, quando estes possuem nível superior e/ou especialização. De uma amostra de 12 produtores considerados eficientes (eficiência >90%), 66,7% possuíam nível superior, e dos 16 produtores ineficientes na amostra, apenas 50% possuíam nível superior, sendo a diferença com nível de probabilidade $p < 0,05$. Outra variável considerada foi o uso de *internet*. Para esta variável, 91,7% dos produtores eficientes faziam uso da tecnologia, enquanto no grupo ineficiente apenas 56,3% o faziam. A diferença entre estes percentuais foi significativa no nível de probabilidade ($p < 0,05$). A textura do solo foi outra variável que apresentou diferença estatística significativa entre grupos. Nesse caso, em 25% das propriedades dos produtores eficientes predominavam solos argilosos, enquanto os ineficientes não tinham em suas propriedades esse tipo de solos. Dentre os 75% de produtores com solos argilosos, verificou-se que 56% adotavam a rotação lavoura-pecuária (contra 45% do outro grupo). A última variável relevante foi a experiência com lavoura e, nesse caso, o grupo eficiente apresentou média de 28 anos de experiência com lavoura, enquanto o grupo ineficiente obteve uma média de 15 anos de experiência com lavoura. A diferença entre médias foi estatisticamente significativa com $p < 0,05$. Pode-se concluir que maior nível de escolaridade, maior utilização da *internet* (maior nível de informação), presença de solos argilosos na propriedade e experiência com lavoura podem ter contribuído em algum grau para que a exploração dos ativos pelos produtores resultasse em maior eficiência.

TABELA 7 – Diferenças estatísticas entre categorias das variáveis não discricionárias para os grupos eficiente e ineficiente dos sistemas de produção (SPs), região oeste do estado de São Paulo, 2016/17

Variável	Categoria	Nível de eficiência da UTD		p-valor
		≤ 90 % (N=16)	> 90 % (N=12)	
Proporção (%)				
Nível de escolaridade	Fundamental	0	25	0,018
	Ensino médio	50	8,3	
	Superior e especialização	50	66,7	
Uso de <i>internet</i>	Sim	56,3	91,7	0,040
	Não	43,7	8,3	
Textura do solo	Arenosa	66,75	75	0,0204
	Média	31,25	0	
	Argilosa	0	25	
Média				
Experiência com lavoura	Anos	15,31	28,33	< 0,05

Fonte: Dados da pesquisa.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência produtiva dos produtores da amostra que exploraram a atividade de produção de bovinos de corte em ciclo completo na safra 2016/17 foi considerada média. Muitos *benchmarks* foram identificados, mas como os dados são secundários, não foi possível caracterizá-los com relação a algum padrão, como o tipo de tecnologia empregada na produção. Algumas variáveis não discricionárias apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os grupos eficiente e ineficiente, mas não o suficiente para estabelecer um padrão. Novos estudos com visitas aos *benchmarks* poderão ajudar a caracterizá-los e determinar a existência de algum padrão tecnológico, a exemplo de melhor manejo de pastagem, melhor genética, maior eficiência reprodutiva, melhor ganho de peso dos animais etc. Outra oportunidade para estudo futuro é a

obtenção de amostras maiores e a aplicação de métodos adequados para analisar a relação entre eficiência e um conjunto mais amplo de variáveis não discricionárias, ou ainda, a análise de eficiência de vários anos de cada produtor. Conhecer os produtores *benchmarks* e os produtores ineficientes identificados neste estudo pode ser o início de um novo trabalho capaz de subsidiar extensionistas e pesquisadores com relação às demandas tecnológicas. Assim, extensionistas e pesquisadores usariam *benchmarks* para transferir tecnologias e para produzir novas tecnologias que resultem em ganhos de produtividade, respectivamente. Para a pesquisa, utilizar *benchmarks* como critério de seleção para prospecção de demandas e transferência de tecnologia é importante, uma vez que, em hipótese, eles exploram melhor seus ativos, sendo mais propensos a incorporar em seus sistemas de produção inovações tecnológicas.

LITERATURA CITADA

ABREU, U. G. P. *et al.* Avaliação da introdução de tecnologias no sistema de produção de gado de corte no Pantanal: análise de eficiência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1242-1250, 2006.

AIGNER, D.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 21-37, 1977.

ANUALPEC 2018: ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. São Paulo: IEG FNP, 2018.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, Catonsville, v. 30, n. 9, p.1078-1092,1984.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, [S. l.], v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

COELLI, T. J. A Guide to DEAP Version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. **CEPA Working Papers**, Armidale, n. 8, p. 1-49, 1996.

DARAIO, C.; SIMAR, L. **Advanced robust and nonparametric methods in efficiency analysis**. Nova Iorque: Springer, 2007.

GOMES, A. P. *et al.* Assistência técnica, eficiência e rentabilidade na produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 79-94, 2018.

GOMES, E. G. *et al.* Avaliação dos desempenhos econômico e socioambiental de sistemas modais de pecuária de cria com modelos DEA com restrições aos pesos. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 43., 2011, Ubatuba. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SOBRAPO, 2011. p. 15 -26.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=925&z=p&o=2&i=P>. Acesso em: 5 out. 2019.

LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. A comparison of alternative approaches to the measurement of productive efficiency. *In*: DOGRAMACI, A.; ROLF, F. (ed.). **Applications of modern production theory: efficiency and productivity**. Dordrecht: Springer, 1988. v. 9, cap. 1, p. 3-32.

MEEUSEN, W.; VAN DER BROECK, J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, Filadélfia, v. 18, n. 2, p. 435-444, 1977.

OTIENO, D. J.; HUBBARD, L.; RUTO, E. Assessment of technical efficiency and its determinants in beef cattle production in Kenya. **Journal of Development and Agricultural Economics**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 267-278, 2014.

RAMALHO, E. A.; RAMALHO, J. J. S.; HENRIQUES, P. D. Fractional regression models for second stage DEA efficiency analyses. **Journal of Productivity Analysis**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 239-255, 2010.

SAMARAJEEWA, S. *et al.* Analysis of production efficiency of beef cow/calf farms in Alberta. **Applied Economics**, local, v. 44, n. 3, p. 313-322, 2012.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **User's guide: statistics**. Version 9. Cary: SAS, 2012. v. 3.

TEMOSO, O.; HARDLEY, D.; VILLANO, R. Performance measurement of extensive beef cattle farms in Botswana. **Agricultural Economics Research**, Londres, v. 54, n. 4, p. 87-112, 2016.

TUPY, O.; PAIM, F. Eficiência da bovinocultura nos estados brasileiros: uma análise baseada nos dados censitários de 2006. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande. **Anais [...]**. Brasília: SOBER, 2010. v. 1, p. 1-5.

VINHOLIS, M. M. B.; CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M. Adoption of beef cattle traceability at farm level in São Paulo State, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 9, e20160759, 2017.

VINHOLIS, M. M. B. *et al.* Adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em São Paulo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, São Carlos, v. 47, p. 1-56, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1123559> Acesso em: 10 set. 2021.

ZHU, J. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets**. 2. ed. Nova Iorque: Springer, 2009.

EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE DE CICLO COMPLETO NO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO: Foi avaliada a eficiência produtiva em gestão de ativos (pastagens, rebanhos e mão de obra) para uma amostra de 28 sistemas de produção de bovinos de corte de ciclo completo, localizados no oeste do estado de São Paulo. Para tanto, utilizou-se a técnica de programação matemática conhecida como Data Envelopment Analysis (DEA), utilizando um modelo de insumo-produto tendo como variável representativa da produção, a receita bruta anual (R_{Bi}) com a venda de animais e como insumos os ativos empregados na produção, área de pastagem, número de animais no rebanho, mão de obra fixa (familiar e empregados fixos) e mão de obra temporária empregada. O resultado foi uma eficiência produtiva média para os 28 sistemas de produção de 64,9%. Portanto, existe um potencial de realização de receita 45,1% a mais do que a observada, empregando os mesmos ativos, desde que os sistemas ineficientes melhorem a sua gestão.

Palavras-chave: eficiência produtiva, gestão de ativos DEA, bovinocultura de corte, Data Envelopment Analysis – DEA.

EFFICIENCY IN THE PRODUCTION OF FULL-CYCLE BEEF CATTLE IN THE STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT: It was evaluated the productive efficiency in asset management (pastures, herds and labor) for a sample of twenty-eight full cycle beef production systems, located in the west of the state of São Paulo. For this purpose, the mathematical programming technique known as Data Envelopment Analysis (DEA) was used. An input-product model employed with the representative production variable, the annual gross revenue from the sale of animals and as inputs the assets of the production, pasture area, number of animals in the herd, fixed labor (family and fixed employees) and temporary labor. The result was an average production efficiency for the twenty-eight production systems of 64.9%. Therefore, there is a potential for realizing revenue 45.1% more than that observed, using the same assets, as long as inefficient systems improve their management.

Key-words: productive efficiency, DEA asset management, beef cattle, data envelopment analysis - DEA.

Recebido em 24/05/2021. Liberado para publicação em 18/06/2021.

COMO CITAR

TUPY, O.; VINHOLIS, M. de M. B.; BARIONI JR., W. Eficiência na Produção de Bovinos de Corte de Ciclo Completo no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 53, eie142020, 2023. DOI: DOI: <https://doi.org/10.56468/1678-832X.eie1420.2023>

CONTRIBUIÇÃO FINANCEIRA POR GRUPO DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS DOS MUNICÍPIOS PAULISTAS EM RELAÇÃO À ÁREA PRODUTIVA OCUPADA¹

Paulo André de Oliveira²
Sergio Augusto Rodrigues³
Carlos Roberto Padovani⁴
Ricardo Ghantous Cervi⁵

1 – INTRODUÇÃO

A agropecuária paulista é bastante diversificada, sendo que o Instituto de Economia Agrícola seleciona 52 produtos de origem vegetal e animal na composição do valor da produção agropecuária. No entanto, oito produtos representam aproximadamente 80% do total (SILVA *et al.*, 2021). Além da importância da produção agrícola, este resultado está associado à produção agroindustrial que apresenta impactos sobre o mercado de trabalho e a geração de emprego (CALDARELLI; PERDIGÃO, 2018).

A intensificação de esforços para apontar caminhos para a definição de estratégias que fortaleçam o agronegócio paulista ocorre em diversas linhas de pesquisa. Destacam-se as que tratam de questões como o redimensionamento dos espaços rurais (VEIGA, 2001), o aumento de importância de formas não agrícolas de ocupação econômica dos espaços rurais (GRAZIANO, 1999) e, ainda, abordagens institucionalistas (ABRAMOWAY, 2003). A questão que se observa é que existem diferentes estágios de desenvolvimento e de crescimento econômico em uma mesma região.

As disparidades regionais estão presentes no Brasil desde o início de sua história, ocasionadas por diferentes fatores, entre eles políticos e econômicos. Essas disparidades afetam o país

não somente no contexto estadual, mas também em abrangência municipal, fazendo com que seja perceptível a emergência de diferentes níveis de desenvolvimento em cidades de um mesmo estado e até mesmo de uma mesma microrregião (MEDEIROS COSTA *et al.*, 2012).

De acordo com Menezes e Azzoni (2006), as desigualdades regionais ocorrem por fatores relacionados tanto à oferta de trabalho quanto à demanda por ele. Os enfoques gerais ao tratamento das desigualdades regionais se diferenciam por enfatizarem mais ou menos esses dois conjuntos de fatores. Esses enfoques podem ser baseados no capital humano e de crescimento (FERREIRA; ELLERY JUNIOR, 1996), e nos específicos da economia regional (COMBES; DURANTON; GONBILLON, 2008), que também destacam a importância de atributos locais.

Uma política de desenvolvimento regional, muitas vezes para uma macrorregião ou até mesmo um estado, é muito ampla e desigual. O processo de desenvolvimento econômico e social não ocorre de maneira igual e simultânea em todos os locais. Esse processo ocorre de forma irregular e, uma vez iniciado em determinados pontos, fortalece áreas mais dinâmicas que apresentam maior potencial de desenvolvimento (SIMÕES; LIMA, 2009).

¹Registro no CCTC, IE-09/2021.

²Economista, Doutor, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC-BT) (e-mail: paulo.oliveira108@fatec.sp.gov.br).

³Estatístico, Doutor, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) – Campus Botucatu (e-mail: sergio.rodrigues@unesp.br).

⁴Matemático, Doutor, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Instituto de Biociências (IBB) – Campus Botucatu (e-mail: cr.padovani@unesp.br).

⁵Administrador, Doutor, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Campus Experimental de Itapeva (e-mail: ricardo.cervi@unesp.br).

Segundo os cálculos de Shankar e Shah (2003), os países em desenvolvimento são, em média, seis vezes mais desiguais do que os países desenvolvidos em termos regionais. Os autores argumentam que dois fatores podem conduzir a essa situação: no primeiro, os países em desenvolvimento se preocupam mais com o crescimento e, devido à escassez de recursos, tendem a concentrá-los nas regiões mais desenvolvidas; no segundo, os países em desenvolvimento possuem mercados com mais imperfeições, o que leva ao aumento de barreiras inter-regionais, dificultando a mobilidade dos fatores produtivos e da produção.

Belik (2015, p. 12) destacou que as desigualdades em termos de tamanho da área, aporte tecnológico, gestão e utilização da força de trabalho são enormes quando comparadas as diferentes entre regiões e países. Mesmo entre os agricultores familiares, as diferenças são significativas. Nesse contexto, segundo Souza *et al.* (2015), podem ser encontrados desde produtores plenamente inseridos no mercado até unidades que produzem praticamente para a subsistência, em alguns casos padecendo, inclusive, de insegurança alimentar.

Para Gasques *et al.* (2014), os reflexos do aumento da produtividade no Brasil podem ser observados nas taxas negativas do uso de insumos totais na última década. As áreas de pastagem tiveram reduções significativas, enquanto o efetivo de animais teve grande aumento. Também se observa uma redução da mão de obra na agricultura e um padrão contínuo e intenso de crescimento no índice do capital, resultando na implementação da modernização agrícola.

Segundo Gasques *et al.* (2012), citados por Silva e Ferreira (2016), a produtividade da mão de obra foi o principal componente associado ao acréscimo da produtividade total dos fatores (PTF). No período de 1975 a 2011, a estimativa da taxa anual de crescimento da produtividade da mão de obra foi superior à da produtividade da terra (4,46% contra 3,81%). O efeito da produtividade da terra sobre a PTF também foi expressivo nesse período (384,21%), mostrando-se superior à produtividade do capital (307,22%).

A hipótese é que as diferenças de produtividade, no âmbito no regional, podem não ser detectadas claramente com a divisão político-administrativa constituída por áreas adjacentes de municípios, como ocorre nas regiões dos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs) do estado de São Paulo, as quais muitas vezes não apresentam

desagregação ou agregação espacial adequada para a execução de políticas públicas devido à heterogeneidade existente entre os municípios.

Este trabalho teve como objetivo identificar a produtividade das áreas rurais com atividade produtiva, em valores monetários, em conjunto de produtos da agropecuária nos municípios do estado de São Paulo.

2 – MATERIAL E MÉTODO

Foram levantadas informações relativas aos municípios paulistas com produção agropecuária e uso da área rural no ano de 2008, totalizando 621 municípios. O ano de 2008 foi considerado em razão da disponibilidade de informações do valor da produção dos municípios coincidentes para as variáveis utilizadas neste estudo. O conjunto de variáveis que trata do valor da produção deixou de ser disponibilizada em unidades amostrais de municípios e passou a ser feito em regiões dos EDRs do estado de São Paulo, o que não permitiu a comparação com dados mais recentes.

A descrição de cada variável pode ser observada no quadro 1. As oito primeiras variáveis são relacionadas ao valor bruto de produção (VBP), em reais (R\$), por conjuntos de produtos (VBP_i , com $i = 1, \dots, 8$ tipos de produtos), adaptadas a partir da metodologia empregada pelo Instituto de Economia Agrícola do estado de São Paulo (SILVA *et al.*, 2021), com separação adicional em culturas temporárias e culturas perenes. Na sequência, foram empregadas três variáveis relacionadas à forma de utilização das áreas rurais, em hectares (ha), segundo o projeto de Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (LUPA) de 2007/08 (SÃO PAULO, 2009).

Os dados de cada município foram levantados a partir das seguintes fontes oficiais: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

Nesta pesquisa, foi utilizada a produtividade da terra ocupadas em produção, em unidades monetárias, como critério para hierarquizar os municípios com atividade agropecuária no estado de São Paulo, sendo que as variáveis relacionadas

QUADRO 1 – Descrição das variáveis de produção agropecuária e uso da área rural

Variável	Valor bruto da produção agropecuária – descrição
OLE (ou VBP_1)	Olerícolas – culturas temporárias: abóbora, abobrinha, alface, batata, batata-doce, beterraba, cebola, cenoura, mandioca para mesa, pimentão, repolho e tomate para mesa.
PAN (ou VBP_2)	Produtos animais: carne bovina, carne de frango, carne suína, casulo, leite B, leite C, mel e ovos.
FRFT (ou VBP_3)	Frutas frescas de culturas temporárias: abacaxi, melancia e morango.
FRFP (ou VBP_4)	Frutas frescas de culturas perenes: abacate, banana, caqui, figo para mesa, goiaba para mesa, laranja para mesa, limão, manga, maracujá, pêssego para mesa, tangerina e uva para mesa.
PVIT (ou VBP_5)	Produtos vegetais para a indústria de culturas temporárias: cana-de-açúcar, mandioca e tomate.
PVIP (ou VBP_6)	Produtos vegetais para a indústria de culturas perenes: borracha, café beneficiado, goiaba e laranja.
GRFT (ou VBP_7)	Grãos e fibras de culturas temporárias: amendoim, arroz, feijão, milho, soja, sorgo, trigo e triticale.
GRFP (ou VBP_8)	Grãos e fibras de culturas perenes: algodão.

Variável	Áreas rurais – descrição
APE	Área com cultura perene compreende as terras ocupadas com lavouras perenes.
ATE	Área com cultura temporária compreende as terras ocupadas com lavouras temporárias (também conhecidas como anuais).
APA	Área com pastagem compreende terras ocupadas com capins e similares, efetivamente utilizadas na exploração animal, incluindo as destinadas a capineiras e fornecimento de matéria verde para silagem ou feno.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Silva *et al* (2021).

ao valor bruto de produção foram atualizadas pelo índice de preços IGP-M entre dezembro de 2008 e dezembro de 2020.

As áreas rurais de cultura perene (APE), temporária (ATE) e pastagem (APA) foram somadas e utilizadas no cálculo do indicador como área produtiva total, ou seja, $APT = APE + ATE + APA$.

Dessa forma, a partir do vetor aleatório VBP , formado por oito variáveis VBP_i (com $i = 1, \dots, 8$ conjuntos de produtos), representando respectivamente o valor bruto de produção de cada conjunto de produtos (OLE, PAN, FRFT, FRFP, GRFT, GRFP, PVIT e PVIP), constituiu-se um novo vetor aleatório, denominado de contribuição financeira por hectare (CF), formado por novas variáveis CF_i , relacionando os VBP_i e a área produtiva total do município (APT).

Assim, para o j -ésimo município, a contri-

buição financeira por hectare do i -ésimo conjunto de produtos é obtida por:

$$CF_{ij} = \frac{VBP_{ij}}{APT_j} \quad (1)$$

sendo:

CF_{ij} : contribuição financeira por hectare do conjunto de produtos i no município j (em $R\$.ha^{-1}$);
 VBP_{ij} : valor bruto da produção do conjunto de produtos i (R\$) no município j ; e
 APT_j : área produtiva total útil do município j (ha).

A contribuição financeira por hectare total de cada município (CFT_j) é o somatório das CF_{ij} de cada conjunto de produtos de um município, ou seja:

$$CFT_j = \sum_{i=1}^8 CF_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^8 VBP_{ij}}{APT_j} \quad (2)$$

A equação corresponde à produtividade total por hectare do município. Portanto, a participação da contribuição financeira de cada conjunto de produtos ($i = 1, \dots, 8$) na contribuição financeira total do município é obtida pela razão entre a CF_{ij} pela CFT_j .

A contribuição financeira por hectare total dos municípios (CFT_j) foi empregada para hierarquizá-los segundo a produtividade total por hectare, dividindo os municípios em quatro grupos (quartos) separados pelo valor dos quartis. A separação pelos quartis teve como objetivo estabelecer um corte inicial na formação de agrupamentos, assim como fizeram Artuso e Chaves Neto (2010) para definir classificadores para a aplicação de filtros de análise da Bolsa de Valores de São Paulo, e Nogueira (2016) para apresentar os setores de maior produtividade no Brasil em 2009.

Em cada quarto de municípios separados de acordo com os quartis da CFT_j , empregou-se o procedimento multivariado de análise de agrupamento com o método hierárquico aglomerativo de Ward para formar grupos de municípios similares, tendo como variáveis para a formação dos agrupamentos as oito variáveis de CF_i . A utilização do método de Ward permite encontrar grupos com balanceamento de tamanho, enquanto alguns agrupamentos, ao utilizarem outros métodos, podem ter bem mais elementos do que outros (JOHNSON; WICHERN, 2014).

Existem diversos procedimentos para a definição do número de agrupamentos ideal (MINGOTTI, 2005; HAIR JUNIOR *et al.*, 2009). No presente estudo, optou-se por selecionar o número de agrupamentos cuja interpretação econômica fizesse mais sentido de acordo com os objetivos da pesquisa. A escolha do número de agrupamentos homogêneos via critérios subjetivos foi utilizada, por exemplo, em Chein, Lemos e Assunção (2007), em cujo trabalho foram selecionados 100 clusters para todo o território brasileiro.

Para avaliar o desempenho produtivo global de todos os agrupamentos formados em cada quarto de municípios, foram determinadas as contribuições financeiras globais por hectare de todos os i -ésimos conjuntos de produtos ($CFG_{il(k)}$) e a contribuição financeira global total por hectare ($CFG_{l(k)}$), a qual corresponde à soma das contri-

buições financeiras globais de cada conjunto de produtos.

Dessa forma, para o l -ésimo agrupamento do k -ésimo quarto de municípios, a contribuição financeira global por hectare do i -ésimo conjunto de produtos ($CFG_{il(k)}$) foi obtida pela razão entre a soma do valor bruto da produção total do conjunto de produtos i (R\$) de todos os municípios desse agrupamento ($j = 1, \dots, N_{l(k)}$) e o somatório da área produtiva total útil desses municípios, ou seja:

$$CFG_{il(k)} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{l(k)}} VBP_{ijl(k)}}{\sum_{j=1}^{N_{l(k)}} APT_{jl(k)}} = \frac{VBP_{il(k)}}{APT_{l(k)}} \quad (3)$$

sendo:

$N_{l(k)}$: o número total de municípios;

$VBP_{il(k)}$: a soma do valor bruto da produção do grupo de produtos i ; e

$APT_{l(k)}$: a área produtiva total útil dos municípios que compõem o l -ésimo agrupamento do k -ésimo quarto.

Já a contribuição financeira global total por hectare do l -ésimo agrupamento no k -ésimo quarto de municípios é obtida por:

$$\begin{aligned} CFG_{l(k)} &= \sum_{i=1}^8 CFG_{il(k)} \\ &= \sum_{i=1}^8 \frac{\sum_{j=1}^{N_{l(k)}} VBP_{ijl(k)}}{\sum_{j=1}^{N_{l(k)}} APT_{jl(k)}} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^{N_{l(k)}} VBP_{ijl(k)}}{\sum_{j=1}^{N_{l(k)}} APT_{jl(k)}} = \frac{\sum_{i=1}^8 VBP_{il(k)}}{APT_{l(k)}} \quad (4) \end{aligned}$$

Como mostrado de forma resumida no quadro 2, cada município e cada agrupamento de municípios foram caracterizados por dois tipos de indicadores de contribuições financeiras, ou seja, um por grupo de produtos ($i = 1, \dots, 8$) e outro de forma total (soma dos grupos de produtos).

A fim de identificar em qual quartil os municípios do estado se localizavam, foi construído um mapa por meio do software IPEAGEO (2019).

QUADRO 2 – Característica dos indicadores por município e agrupamento de municípios

Unidade	Indicador	Característica
Município	CF_{ij}	Contribuição financeira de cada conjunto de produtos ($i = 1, \dots, 8$) em um determinado município ($j = 1, \dots, 621$).
	CFT_j	Contribuição financeira total do j -ésimo município, ou seja, somatório das CF_{ij} dos conjuntos de produtos do município j .
Agrupamento de municípios	$CFG_{l(k)}$	Contribuição financeira global de cada i -ésimo conjunto de produtos no l -ésimo agrupamento do k -ésimo quarto de municípios.
	$CFGT_{l(k)}$	Contribuição financeira global total, ou seja, somatório das $CFG_{l(k)}$ dos conjuntos de produtos para cada grupo de municípios $l(k)$.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A associação linear entre os conjuntos de produtos avaliados neste estudo foi verificada por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson entre as CF_i dos conjuntos de produtos em cada grupo de municípios (formados pelos quartos e pela análise de agrupamento). O nível de significância empregado nos procedimentos analíticos foi de 5%.

3 – RESULTADOS

A contribuição financeira total por hectare (CFT_j) dos produtos agropecuários permitiu que se construísse um escore de produtividade, em unidades monetárias, dos municípios do estado de São Paulo. Foram considerados os 621 ($j = 1, \dots, 621$) municípios com atividade agropecuária, classificados em quartos de CFT_j , (Tabela 1).

Em cada quarto de municípios, caracterizados por Q1, Q2, Q3 e Q4, foram determinados os valores mínimo e máximo da contribuição financeira total por hectare (CFT_j) e a contribuição financeira global total ($CFGT_k$).

No primeiro quarto (Q1), a menor contribuição financeira total por hectare foi de um município com R\$108,53. Já no último quarto (Q4), o município com menor contribuição financeira apresentou um valor de R\$5.580,58. Considerando-se a contribuição financeira global total de cada quarto de municípios, estes foram classificados, respectivamente, com produtividade baixa ($CFGT_k$ igual a R\$1.720,86), média baixa ($CFGT_k$ igual a R\$3.212,52), média alta ($CFGT_k$ igual a R\$4.717,58) e alta ($CFGT_k$ igual a R\$7.668,10), sendo a contribuição global total do estado igual a R\$4.138,77 (Tabela 3). A existência de diferenci-

ais de intensidade em termos de cultura foi destacada por Faria e Haddad (2019), que identificaram os distintos padrões do uso da terra ao longo do território brasileiro.

A distribuição espacial dos municípios, considerando sua classificação em quarto de produtividade, é apresentada na figura 1. Percebe-se que um município de alta produtividade, como Bastos, que pertence ao Q4, pode aparecer isoladamente em meio a municípios de baixa (Q1) ou média baixa (Q2) produtividade.

Outro município, como Ilhabela, apresentou expressiva produtividade na área útil de produção, mesmo possuindo apenas 15,5% da área rural para a atividade agropecuária. Desta forma, Ilhabela foi classificada em média alta produtividade (Q3), pois os 15,5% de sua área produtiva apresentou contribuição financeira total (CFT) acima de R\$4.718, 58. Cabe destacar que, se toda área rural fosse considerada, a produtividade seria reduzida para baixa produtividade.

Além disso, pode ocorrer a formação de regiões contendo municípios pertencentes a um mesmo quarto, como se observa no Vale do Paraíba (Leste) e na região de Presidente Prudente (Oeste). A heterogeneidade das regiões agrícolas destaca a importância da produtividade no setor agrícola, segundo Felema, Raiher e Ferreira (2013), que analisaram os determinantes da produtividade da terra e do trabalho na agropecuária brasileira em 2006, inferindo que há uma grande probabilidade de os melhores resultados da produtividade desses fatores estarem nos mesmos espaços geográficos. Os autores também observaram que a maioria dos municípios nas regiões Sul e Sudeste do país possuíam um índice de produtividade baixo, ao passo que poucos tinham valores muito elevados.

TABELA 1 – Valores mínimo e máximo da contribuição financeira total por hectares dos municípios (CFT_j , com $j = 1, \dots, n_k$) e a contribuição financeira global total por hectare ($CFGT_k$, $k = 1, \dots, 4$ quarto) de cada quarto, estado de São Paulo, 2008

(R\$/ha)

Quartil	Contribuição financeira total do município (CFT_j)		$CFGT_k$	Classificação de produtividade
	Mínimo	Máximo		
Q1	108,53	2.200,28	1.720,86	Baixa
Q2	2.465,46	3.133,78	3.212,52	Média baixa
Q3	3.980,74	4.644,23	4.717,58	Média alta
Q4	5.580,58	95.571,67	7.668,10	Alta
Estado de São Paulo	108,53	95.571,67	4.138,77	

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2018) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

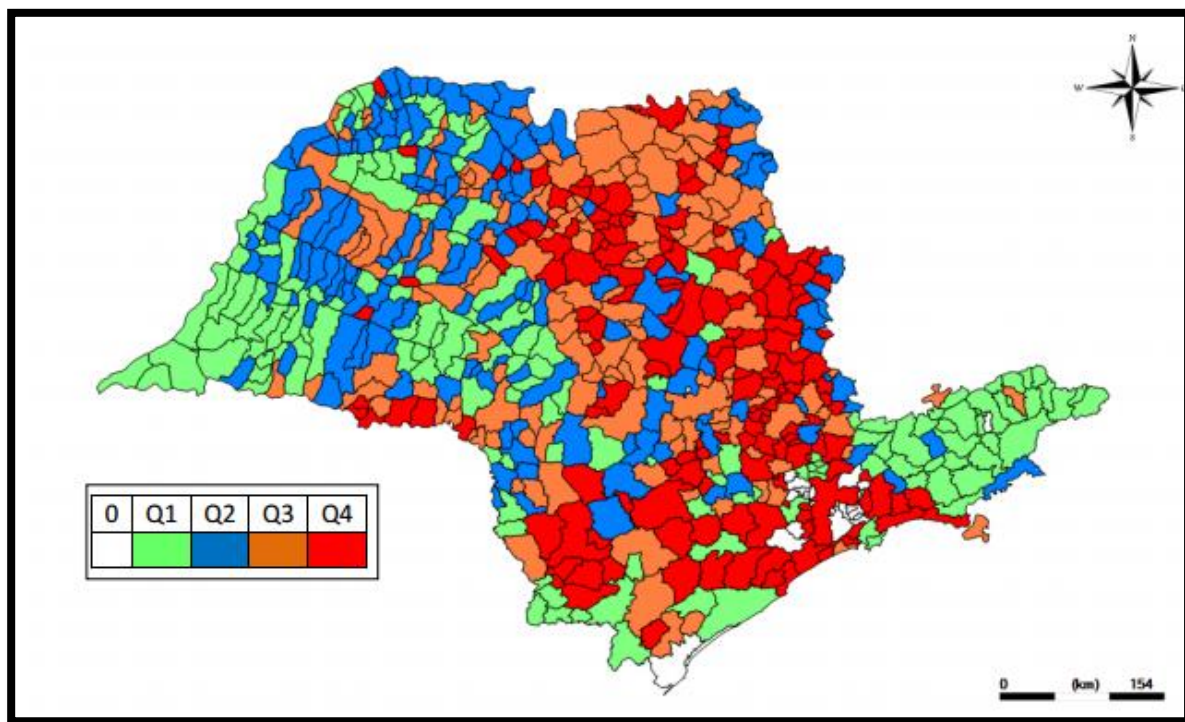


Figura 1 – Municípios do estado de São Paulo apresentados em cores segundo o quartil da contribuição financeira total por hectare (em R\$)¹.

¹O número zero representa os municípios sem produção agropecuária. O quarto 1 (Q1) possui 156 municípios; os demais quartos, 155.

Fonte: Elaborada pelos autores.

No presente estudo, a formação dos quartos, por meio do valor da *CFI* dos municípios, destacou a produtividade da ocupação de suas áreas produtivas em dois cenários de produtividade da terra: 1) com maior uso de área e, proporcionalmente, menor valor da produção; e 2) com menor uso da terra e, proporcionalmente, maior valor da produção.

Ao serem considerados o critério de divisão da área e o valor bruto da produção, nota-se, na figura 2, que o primeiro quarto representa 25,5% da área rural do estado (terceiro maior percentual), mas com apenas 10,6% do valor bruto da produção total (VBPT). O primeiro e o segundo quartos concentraram 52,2% da área, mas 31,3% do VBP. Já no terceiro e no último quartos, os valores se inverteram, com 47,83% da área e 68,69% do VBP.

Gasques *et al.* (2014) demonstraram que, no Brasil, lavouras relevantes na formação do valor da produção, como café, arroz, laranja, mandioca, feijão e trigo, perderam participação na composição do valor do produto agropecuário. Contudo, a importância de outros produtos, como soja, cana-de-açúcar, frutas e carnes de bovinos, suínos e aves, tem crescido acentuadamente devido à incorporação de um maior valor agregado em relação às atividades tradicionais, sendo determinante da produtividade.

Além da divisão pelos quartis, os municípios de cada quarto foram agrupados por meio do método de Ward do procedimento multivariado de

análise de agrupamento, formando três conjuntos no primeiro, dois no segundo, três no terceiro e dois no último quarto. Assim, as respectivas contribuições financeiras globais por hectare de cada conjunto de produtos e a contribuição financeira global total (considerando-se todos os produtos) do *l-ésimo* agrupamento no *k-ésimo* quarto de municípios são apresentadas na tabela 2.

A contribuição financeira global total do estado de São Paulo (*CFG*) foi de R\$4.138,77 por hectare produtivo. Os principais conjuntos de produtos, quanto à contribuição financeira global (*CFG*), foram os produtos vegetais para a indústria de culturas temporárias (PVIT) e os produtos de origem animal (PAN), respectivamente, com *CFG* de R\$1.532,78 (37% da *CFG*) e R\$1.111,93 (27%). O Q2, o Q3 e o Q4 tiveram os mesmos principais conjuntos de produtos, mas houve uma inversão em Q1, pois PAN foi o principal conjunto de produtos neste quarto. Os principais conjuntos de produtos do Q1 respondem por 78,3% (54,4% de PAN e 23,9% de PVIT) da *CFG* do quartil (R\$1.720,86). Comparando-se as *CFG* do Q1 com o estado de São Paulo, observa-se que a *CFG* de PAN foi 15,8% inferior. Todos os demais produtos apresentaram *CFG* abaixo do respectivo desempenho do estado, sendo a menor diferença apresentada por PAN, seguida de frutas frescas de culturas temporárias (FRFT), com 66,9%. Já grãos e fibras de culturas permanentes (GRFP) foi o grupo de produtos que teve o pior desempenho, pois apresentou uma *CFG* aproximadamente 84% abaixo do estado.

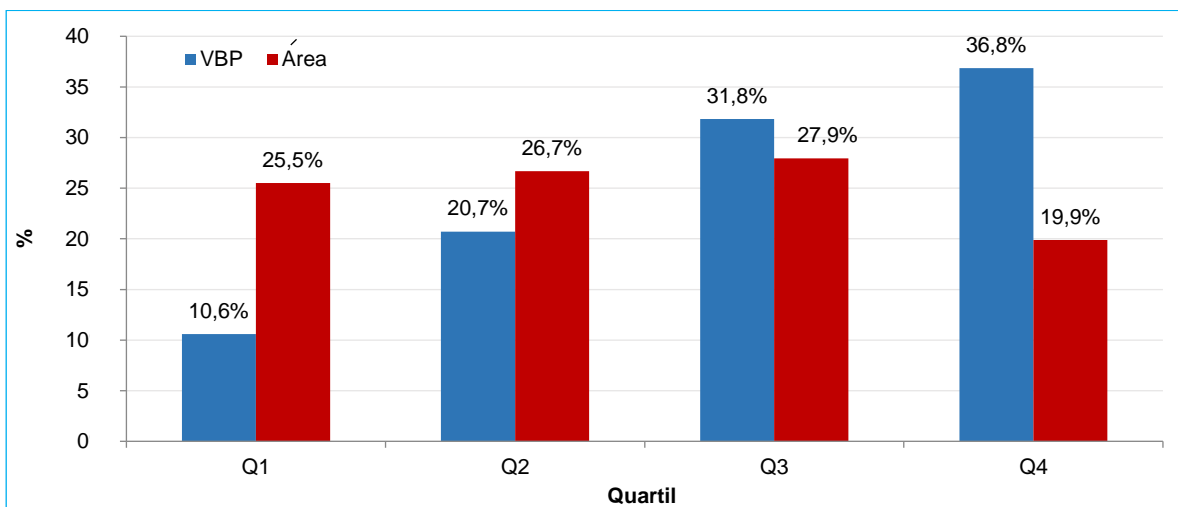


Figura 2 – Distribuição do valor bruto da produção total e da área rural entre os quartis de municípios formados no estado de São Paulo, 2008.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2018) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

TABELA 2 – Contribuição financeira global por hectare de cada grupo de produtos e contribuição financeira global total ($CFG_{il(k)}$ e $CFGT_{l(k)}$) de cada agrupamento de municípios, estado de São Paulo, 2008 (R\$/ha)

Ag _{l(k)} ¹	N _{l(k)} ²	CFG _l								CFGT
		OLE ³ (CFG ₁)	PAN ⁴ (CFG ₂)	FRFT ⁵ (CFG ₃)	FRFP ⁶ (CFG ₄)	GRFP ⁷ (CFG ₅)	GRFT ⁸ (CFG ₆)	PVIT ⁹ (CFG ₇)	PVIP ¹⁰ (CFG ₈)	
Ag ₁₍₁₎	30	99,41	473,90	1,05	189,26	0,14	60,93	3,49	12,78	840,95
Ag ₂₍₁₎	107	21,82	1.040,02	12,81	90,49	1,64	161,07	290,16	126,13	1.744,14
Ag ₃₍₁₎	19	22,56	815,20	2,54	56,51	0,72	43,14	1.177,00	82,62	2.200,28
Total Q1	156	30,76	936,72	9,69	95,80	1,31	129,22	411,66	105,71	1.720,86
Ag ₁₍₂₎	66	9,65	754,20	11,73	103,48	2,49	239,97	1.982,02	194,12	3.297,66
Ag ₂₍₂₎	89	84,41	1.280,53	59,73	322,12	3,73	297,43	540,24	545,58	3.133,78
Total Q2	155	48,40	1.027,65	36,67	217,07	3,13	269,83	1.232,96	376,72	3.212,52
Ag ₁₍₃₎	59	22,63	353,41	0,51	115,65	2,82	317,19	3.865,47	160,52	4.838,20
Ag ₂₍₃₎	42	111,58	2.014,29	151,20	752,15	0,07	241,42	526,05	855,48	4.652,24
Ag ₃₍₃₎	54	78,67	806,58	10,05	274,21	8,22	792,00	2.187,44	487,07	4.644,23
Total Q3	155	64,47	878,68	34,54	310,43	4,60	507,05	2.478,40	439,40	4.717,58
Ag ₁₍₄₎	150	734,14	1.764,00	36,17	1.202,05	28,73	1.005,46	2.045,21	816,72	7.632,48
Ag ₂₍₄₎	5	1.348,75	23.291,51	1.405,71	38.598,18	0,00	250,69	15,62	416,72	65.327,17
Total Q4	155	734,52	1.777,29	37,02	1.225,14	28,71	1.005,00	2.043,95	816,48	7.668,10
Total SP	621	184,87	1.111,93	29,27	412,71	8,17	446,46	1.532,78	412,59	4.138,77

¹l-ésimo agrupamento de municípios do k-ésimo quarto.

²Número de municípios.

³CFG₁ de olerícolas.

⁴CFG₂ de produtos de origem animal.

⁵CFG₃ de frutas frescas temporárias.

⁶CFG₄ de frutas frescas permanentes.

⁷CFG₅ de grãos e fibras permanentes.

⁸CFG₆ de grãos e fibras temporárias.

⁹CFG₇ de produtos vegetais para a indústria temporária.

¹⁰CFG₈ de produtos vegetais para a indústria permanente.

Fonte: Elaborada pelos autores.

No Q1, há três agrupamentos de municípios que apresentaram *CFG* abaixo do estado em todos os conjuntos de produtos. No agrupamento de municípios Ag₁₍₁₎, o principal conjunto de produtos foi PAN (57,38% abaixo). No Ag₂₍₁₎, houve melhora em PAN (redução de 6,5%). No Ag₁₍₃₎, PVIT e PAN apresentaram-se, respectivamente, 23,2% e 26,7% abaixo (menores diferenças). Dessa forma, no primeiro quarto de municípios, destaca-se que apenas o conjunto de produtos de origem animal apresentou desempenho semelhante ao estado de São Paulo, sendo deficiente

na contribuição financeira dos demais itens produtivos.

No Q2, os principais conjuntos de produtos foram PVIT (38,4%) e PAN (32%), de uma *CFGT* de R\$3.212,52 do quarto. A *CFG* do Q2 apresentou PVIT com 19,56% e PAN com 7,58% inferior ao estado. O Q2 gerou uma *CFGT* com R\$1.491,66 a mais do que o Q1, com todos os conjuntos de produtos apresentando desempenho superior em relação ao Q1.

Ainda no Q2, formaram-se dois agrupamentos de municípios com *CFGT* apresentando

valores próximos ($Ag_{1(2)}$ com R\$3.297,66 e $Ag_{2(2)}$ com R\$3.133,78), mas com participações dos conjuntos de produtos no *CFG* distintas. A *CFG* do $Ag_{1(2)}$ destacou-se em PVIT (R\$1.982,02) e o $Ag_{2(2)}$, em PAN (R\$1.280,53). No $Ag_{1(2)}$, o desempenho de PVIT foi 29,03% superior ao estado; no $Ag_{2(2)}$, foram superiores PAN (15,6%), FRFT (104,7%) e PVIP (32,3%); nos demais conjuntos, houve desempenho inferior. O segundo quarto de municípios caracterizou-se por um melhor desempenho dos principais conjuntos de produtos, próximos dos valores do estado e com destaque de desempenho acima desses valores em conjuntos de produtos de menor participação da *CFG*.

A *CFG* do Q3 ultrapassou o valor do estado, atingindo R\$4.717,58 (14% superior). Os principais conjuntos de produtos foram PVIT e PAN, com 52,3% e 18,6%, respectivamente, da *CFG* desse quarto de municípios. Quando comparado ao Q2, o Q3 apresentou um avanço de R\$1.505,06. O desempenho dos conjuntos de produtos foi acima do estado em FRFT (18%), GRFT (13,57%), PVIT (61,7%) e PVIP (6,5%).

No Q3, há três agrupamentos de municípios, sendo que $Ag_{1(3)}$ apresentou a maior *CFG* do quarto e acima do estado, com R\$4.838,20 (16,9% superior), influenciado principalmente pelo desempenho de PVIT (52,2% superior). No $Ag_{2(3)}$, quatro conjuntos de produtos tiveram desempenho acima do estado: PAN (81,2%), FRFT (416,6%), FRFP (82,3%) e PVIP (107,34%). Já no $Ag_{3(3)}$, foram PVIT (42,71%) e PVIP (18,05%). O terceiro quarto caracterizou-se pela diversificação produtiva com quatro conjuntos de produtos de desempenho acima dos valores do estado e participação significativa do acumulado de *CFG* desses conjuntos de produtos na *CFG* (91,22%).

O Q4 apresentou um incremento na *CFG* de R\$2.950,52 em relação ao Q3, atingindo uma *CFG* de R\$7.668,10 (85,3% acima do estado). O Q4 apresentou *CFG* superior em todos os conjuntos de produtos. A *CFG* foi mais bem distribuída na formação da *CFG*, com PVIT (26,7%), PAN (23,2%), OLE (9,6%), FRFT (0,5%), FRFP (16,0%), GRFP (0,4%), GRFT (13,1%) e PVIP (10,6%). Essa distribuição foi mais homogênea do que quando considerado todo o estado de São Paulo. Além disso, quanto ao desempenho, o Q4 apresentou *CFG* superior em todos os conjuntos de produtos, com OLE (297,3%), PAN (59,8%), FRFT (26,5%), FRFP (125,1%), GRFP (251,4%), GRFT (196,9%), PVIT (33,4%) e PVIP (97,9%).

No Q4, há dois agrupamentos de municípios, sendo que o $Ag_{1(4)}$, formado por 150 municípios, determinou as características do quarto. As diferenças da *CFG* do $Ag_{1(4)}$ em relação a todo o Q4 foram de baixo valor, sendo as maiores para o Q4 nos conjuntos PAN (R\$13,09) e FRFP (R\$23,09), totalizando R\$35,02 a mais para a *CFG* do quarto. O $Ag_{2(4)}$, com cinco municípios, apresentou um desempenho excepcional em PAN (R\$23.291,51) e FRFP (R\$38.598,18). Contudo, cabe um estudo mais aprofundado para que seja entendido esse desempenho. Pode-se verificar que se trata de municípios de reduzida área de produção (quatro municípios com menos de 100 hectares e um com 1.417 hectares). Esses municípios podem apresentar uma estrutura de desempenho que não se manterá em outros anos de produção, como safra de cultura de frutas perenes ou com terminação dos últimos meses de engorda de produção de bovinos originários de outras regiões.

As associações lineares entre as *CF* dos conjuntos de produtos foram avaliadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson, considerando separadamente os municípios de cada quarto e agrupamento, a fim de identificar possíveis associações de atividades produtivas. Verificou-se que não houve correlações significativas acima de 0,5 entre qualquer contribuição financeira global por hectare de conjunto de produtos, indicando que a *CFG* de um conjunto de produtos não apresentava associação linear com a *CFG* de outro conjunto em qualquer quarto ou agrupamento de municípios. Esse resultado mostrou que a produção ocorreu de forma relativamente especializada por município, sendo mais diversificada, porém, quando considerados agrupamentos e quartos.

Uma maior quantidade de produtos com participação de uma contribuição financeira significativa no hectare produtivo eleva a produtividade por hectare. Portanto, o sucesso dos municípios de maior produtividade deu-se devido a melhores indicadores para os conjuntos de produtos com menor participação no valor da produção agropecuária, pois os conjuntos de produtos de maior destaque no estado de São Paulo, como os produtos vegetais para a indústria e os de origem animal, apresentaram produtividade semelhante nos grupos de municípios de baixa, média baixa e média produtividade, indicando homogeneidade destes conjuntos de produtos no estado.

A diversificação da produção apresenta benefícios econômicos e sociais, os quais também

são evidenciados por outras formas de diversificação de renda, bem como importantes benefícios ambientais, que são fundamentais quando se pensa na sustentabilidade do desenvolvimento rural a longo prazo (DAVIS *et al.*, 2012). Além das vantagens da diversificação elencadas por esses autores, pode-se acrescentar a mitigação do risco de mercado presente na produção agropecuária.

Por outro lado, vários autores destacam o acesso ao mercado como ponto de estrangulamento na diversificação produtiva (BOWMAN; ZILBERMAN, 2013; SCHROTH; RUF, 2014). Além disso, existe a questão da escala produtiva, pois diversificar a produção significa produzir diferentes itens em menores quantidades, o que causa perdas de economia de escala que precisam ser compensadas ou atenuadas para que não resultem em prejuízos ao agricultor (SAMBUICHI *et al.*, 2014).

Implementar economias de escala e mecanismos de maior acesso ao mercado para escoamento da produção, principalmente dos pequenos produtores, está entre as maiores dificuldades para as políticas públicas que têm por objetivo aumentar a diversificação produtiva maior produtividade.

4 – CONCLUSÃO

O estado de São Paulo apresenta significativas diferenças de desempenho de produtividade, em valores monetários por hectare, disposto de forma irregular geograficamente em aglomerações de municípios, caracterizando uma heterogeneidade de desempenho produtivo. Os 50% dos municípios com desempenho baixo e médio baixo ocupam uma área superior a 50% do estado e produzem 31,3% do valor bruto da produção. Essa configuração inverte-se para os municípios de desempenho médio alto e alto.

A metodologia empregada destacou a produtividade da área ocupada útil e não de toda área rural, permitindo a identificação da produtividade da área utilizada e não da área rural total para cada município do estado de São Paulo.

O principal conjunto de produtos explicou apenas em parte a produtividade dos municípios. No quarto de baixa produtividade, o principal conjunto de produtos apresentou desempenho semelhante aos quartos de média baixa, média alta e alta produtividade, como se verifica no desempenho dos produtos vegetais para a indústria e dos produtos de origem animal. As deficiências expressivas de produtividade nas regiões (quartos e agrupamentos) foram justificadas pelos conjuntos de produtos com menor participação no valor bruto da produção.

Os municípios do quarto de alta produtividade apresentaram uma contribuição financeira superior ao estado em todos os conjuntos de produtos, inclusive nos produtos de menor participação no valor bruto da produção. O desempenho superior deste quarto ocorreu devido à produção diversificada, e não apenas do conjunto de produtos principais, destacando-se na alta produtividade o conjunto de produtos de grãos e fibras de culturas temporárias e frutas frescas de culturas perenes. Estes produtos tiveram produtividade inexpressiva nos quartos e agrupamentos de municípios de produtividade baixa e média baixa.

A produção nos municípios aconteceu de forma concentrada em determinados conjuntos de produtos. Portanto, a diversificação produtiva não ocorreu nos municípios, mas nos agrupamentos deles e, de forma mais acentuada, nas regiões de maior produtividade por hectare. Com o objetivo de aumentar a contribuição financeira por hectare, a diversificação produtiva deve ser acompanhada por maiores volumes de produção e melhor acesso ao mercado, para que ocorram ganhos de escala e competitividade.

LITERATURA CITADA

ABRAMOWAY, Ricardo. **O Futuro das Regiões Rurais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

ARTUSO, Alysson Ramos; CHAVES NETO, Anselmo. O uso de quartis para a aplicação dos filtros de Graham na Bovespa (1998-2009). **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 21, n. 52, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-70772010000100003. Acesso em: 09 jun. 2020.

BELIK, Walter. A Heterogeneidade e suas Implicações para as Políticas Públicas no Rural Brasileiro. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 53, n. 1, p. 9-30, mar. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032015000100009. Acesso em: 09 abr. 2017.

BOWMAN, Maria; ZILBERMAN, David. Economic factors affecting diversified farming systems. **Ecology and Society**, v. 18, n. 1, 2013. Disponível em: <https://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss1/art33/>. Acesso em: 17 ago. 2018.

CALDARELLI, Carlos Eduardo; PERDIGÃO, Claudia. A Agroindústria Canavieira e seus impactos socioeconômicos na região Centro-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 12, n. 1, p. 35-50, 20 jul. 2018. Disponível em: <https://revistaaber.org.br/rberu/article/view/257/231>. Acesso em: 22 set. 2019.

CHEIN, Flávia; LEMOS, Mauro Borges; ASSUNÇÃO, Juliano Junqueira. Desenvolvimento desigual: evidências para o Brasil. **Revista brasileira de economia**, v. 61, n. 3, p. 301-330, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402007000300002. Acesso em: 13 jan. 2020.

COMBES, Pierre-Philippe; DURANTON, Gilles; GOBILLON, Laurent. Spatial wage disparities: Sorting matters!. **Journal of urban economics**, v. 63, n. 2, p. 723-742, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jue.2007.04.004>. Acesso em: 12 fev. 2021.

DAVIS, A. S. *et al.* Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health. **PLoS one**, v. 7, n. 10, p. e47149, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047149>. Acesso em: 12 fev. 2021.

FARIA, Weslem Rodrigues; HADDAD, Eduardo Amaral. Modelagem do uso da Terra e Efeitos de Mudanças na Produtividade Agrícola entre 2008 e 2015. **Estudos Econômicos**, v. 49, n. 1, p. 65-103, jan./mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-41614913wfe>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ee/a/kxbdK-PfV7WsFpLgs56y76Tf/?lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2021.

FELEMA, João; RAIHER, Augusta Pelinski; FERREIRA, Carlos Roberto. Agropecuária Brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 555-573, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000300008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/fDjcknR7DhF-KTddcP7pJWpG/?lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2021.

FERREIRA, Pedro Cavalcanti; ELLERY JUNIOR, Roberto. Crescimento econômico, retornos crescentes e concorrência monopolista. **Revista de Economia Política**, v. 16, n. 2, p. 86-104, 1996. Disponível em: <https://centrodeeeconomiaapolitica.org.br/repojs/index.php/journal/article/view/1204>. Acesso em: 20 set. 2021.

GASQUES, José Garcia *et al.* Produtividade da agricultura: resultados para o Brasil e estados selecionados. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 87-98, 2014. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/943>. Acesso em: 5 mar. 2021.

GRAZIANO, José Francisco. **O novo rural brasileiro**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 1999.

HAIR JUNIOR., Joseph F. *et al.* **Análise Multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Banco de dados**. 2018. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/Bancodedados.php>. Acesso em: 10 abr. 2021.

IPEAGEO. **Software de Análise Estatística Espacial do Ipea**. 2019. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/ipeageo/>. Acesso em: 10 jul. 2019.

KHATTREE, Ravindra; NAIK, Dayanand N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. [S. l.]: SAS Publishing, 2000.

MEDEIROS COSTA, Caio César *et al.* Disparidades inter-regionais e características dos municípios do Estado de Minas Gerais. **Desenvolvimento em Questão**, v. 10, n. 20, p. 52-88, 2012. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2012.20.52-88>. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/229>. Acesso em: 17 maio 2021.

MENEZES, Tatiane Almeida; AZZONI, Carlos R. Convergência de Salários Entre as Regiões Metropolitanas Brasileiras: Custo de Vida e Aspectos da Demanda e Oferta de Trabalho. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 449-470, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5054>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

NOGUEIRA, Mauro Oddo. Uma reflexão sobre a problemática da baixa produtividade do trabalho na economia brasileira: o desafio das empresas de pequeno porte. **Texto para Discussão**, 2208, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6728>. Acesso em: 17 jan. 2021.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa *et al.* A diversificação produtiva como forma de viabilizar o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Brasil. *In*: MONASTERIO, Leonardo Monteiro; NERI, Marcelo Côrtes; SOARES, Sergei Suarez Dillon (ed.). **Brasil em desenvolvimento 2014**: estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: IPEA, 2014. v. 2, p. 61-84. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3605>. Acesso em: 21 jan. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA 2007/2008**: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, 2009. Disponível em: <https://www.cdrs.sp.gov.br/projetolupa/comocitarfontelupa.php>. Acesso em: 4 abr. 2019.

SCHROTH, Götz; RUF, François. Farmer strategies for tree crop diversification in the humid tropics. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 34, n. 1, p. 139-154, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0175-4>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-013-0175-4>. Acesso em: 17 out. 2021.

SHANKAR, Raja; SHAH, Anwar. Bridging the economic divide within countries: a scorecard on the performance of regional policies in reducing regional income disparities. **World development**, v. 31, n. 8, p. 1421-1441, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(03\)00098-6](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(03)00098-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X03000986?via%3Dihub>. Acesso em: 17 out. 2021.

SILVA, Carlos Alberto Gonçalves; FERREIRA, Léo da Rocha. Produtividade total dos fatores no crescimento da agropecuária brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 4-15, 2016. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1151>. Acesso em: 3 jul. 2021.

SILVA, Jose Roberto da. *et al.* Estimativa do Valor da Produção Agropecuária do Estado de São Paulo para 2020. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 16, n. 4, abr. 2021, p. 1-7. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14911>. Acesso em: 6 set. 2021.

SIMÕES, Rodrigo Ferreira; LIMA, Ana Carolina Cruz. **Teorias do desenvolvimento regional e suas implicações de política econômica no pós-guerra**: o caso do Brasil. Belo Horizonte: Cedeplar, 2009. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/878>. Acesso em: 5 out 2021.

SOUZA, Paulo Marcelo de *et al.* Comportamento da distribuição do valor da produção vegetal entre os estabelecimentos agropecuários: uma análise dos dados dos censos de 1995/96 e 2006. **Rev. Econ. NE**, Fortaleza, v. 46, n. 1, p. 131-150, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/184>. Acesso em: 23 maio 2021.

VEIGA, Jose Eli. Brasil Rural precisa de uma Estratégia de Desenvolvimento. *In*: VEIGA, José Eli da *et al.* **Série textos para discussão nº 1**. Brasília: Convênio FIPE - IICA (MDA/CNDRS/Nead), 2001. 108 p.

CONTRIBUIÇÃO FINANCEIRA POR GRUPO DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS DOS MUNICÍPIOS PAULISTAS EM RELAÇÃO À ÁREA PRODUTIVA OCUPADA

RESUMO: As diferenças de produtividade agropecuária podem não ser detectadas claramente com a divisão político-administrativa constituída por áreas adjacentes de municípios. O objetivo deste trabalho foi identificar a produtividade das áreas rurais, com atividade produtiva, em conjuntos de produtos da agropecuária nos municípios do estado de São Paulo, envolvendo variáveis sobre o valor bruto de produção e tipos de uso de áreas rurais. A produção nos municípios aconteceu de forma concentrada em determinados conjuntos de produtos, sendo que a diversificação produtiva não ocorreu em municípios, mas nos agrupamentos deles e mais acentuadamente nas regiões de maior produtividade.

Palavras-chave: contribuição financeira, agrupamentos, heterogeneidade, valor da produção.

FINANCIAL CONTRIBUTION BY GROUP OF AGRICULTURAL PRODUCTS OF THE MUNICIPALITIES OF SÃO PAULO IN RELATION TO THE OCCUPIED PRODUCTION AREA

ABSTRACT: Differences in agricultural productivity may not be clearly detected with the political-administrative division constituted by adjacent areas of municipalities. The objective of this work was to identify the productivity of rural areas, with productive activity, in groups of agricultural products in the municipalities of the state of São Paulo. It involved variables on the gross value of production and types of use in rural areas. Production in municipalities was concentrated in certain sets of products, with productive diversification not occurring in municipalities, but in clusters of municipalities and more sharply in regions with higher productivity.

Key-words: financial contribution, groupings, heterogeneity, production value.

Recebido em 21/10/2021. Liberado para publicação em 26/04/2023.

COMO CITAR

OLIVEIRA, P. A. de *et al.* Contribuição financeira por grupo de produtos agropecuários dos municípios paulistas em relação à área produtiva ocupada. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 53, eie092021, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56468/1678-832X.eie0921.2023>

COMPROMISSOS NACIONAIS ASSUMIDOS NA COP21 E SEUS IMPACTOS NO SETOR SUCROENERGÉTICO¹

Sibelle Pereira Gonçalves²
Rodrigo Peixoto da Silva³

1 – INTRODUÇÃO

É crescente o interesse da população mundial em relação às mudanças climáticas e, com isso, aumenta também a pressão da sociedade e de suas lideranças por medidas e políticas agrícolas e econômicas mais sustentáveis e associadas a maiores níveis de preservação ambiental. A mudança climática é a questão definidora da contemporaneidade; seus efeitos ameaçam a produção de alimentos, aumentam o risco de inundações catastróficas e de elevação dos níveis do mar, além do aumento da temperatura global e dos riscos de incêndios florestais. Dessa forma, a mudança climática está associada a impactos globais e sem precedentes, tornando-se necessárias medidas mais rígidas e contundentes no curto prazo para mitigar os impactos negativos da ação humana sobre a natureza, caso contrário a adaptação a esses impactos será mais difícil e custosa no futuro.

Essa necessidade urgente de mudanças serviu como base para um acordo estabelecido entre diversos países na 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC). Esse acordo estabeleceu metas globais para conter as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e criar um ambiente global mais sustentável, visando conservar a temperatura mundial inferior a 2°C em relação aos níveis pré-industriais (UNITED NATIONS, [2020]).

O Brasil entregou para as Nações Unidas sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), que expressa os compromissos

oficiais assumidos pelo país em relação ao acordo da COP21. Dentre os compromissos estão alguns fatores que possuem efeitos diretos no setor sucroenergético nacional (BRASIL, 2016a), discutidos no decorrer deste trabalho.

A segurança energética dos países é um dos maiores desafios do século XXI, sobretudo pela necessidade de energia limpa e renovável. Nesse sentido, o Brasil é favorecido, uma vez que essa é uma das características mais fortes do setor sucroenergético nacional, que é grande responsável pela produção de bioeletricidade e, principalmente, de biocombustível no país, além de produzir açúcar e outros subprodutos da cana-de-açúcar.

A importância da cadeia de cana-de-açúcar tem relação com sua característica de sustentabilidade em três pilares: econômico, social e ambiental.

Com relação ao aspecto social, o setor contribui para a geração de empregos indiretos, melhorando a qualidade de vida nos locais onde estão instaladas as usinas de cana-de-açúcar (GLIO; MORAES, 2016) e com maior formalização no mercado de trabalho. Comparando-se com a média da agropecuária brasileira de 45% de formalidade, a área agrícola do setor da cana apresenta 72,9% (evoluindo de 53,6% em 1992); no Centro-Sul, a produção de cana tem 85,8% de formalidade e, em São Paulo, atinge 93,8% (MACEDO, 2007);

Com relação ao aspecto ambiental, além de gerar produtos renováveis, o setor reutiliza seus resíduos na cadeia de produção e deve cumprir as normas ambientais brasileiras, que garantem a preservação de florestas em suas áreas.

¹Registro no CCTC, IE-08/2021.

²Engenheira Agrônoma, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP – Campus Jaboticabal (e-mail: sibellepgoncalves@gmail.com)).

³Economista, PhD em Economia Aplicada (e-mail: rodrigo.peixoto@hotmail.com).

Por fim, em relação ao aspecto econômico, o setor é um importante gerador de renda (PIB), estimado em US\$43,4 bilhões, correspondendo a 2% do PIB brasileiro na safra 2013/14 (GERARDI *et al.*, 2017), que se distribuem em salários para os trabalhadores, lucro para os empresários e divisas para o país, dada a grande inserção do açúcar no mercado internacional.

Os compromissos assumidos pelo Brasil na COP21 são: a) Matriz Energética Brasileira – participação de 18% de bioenergia sustentável até 2030, expansão do consumo de biocombustíveis, aumento da oferta de etanol, aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração) e aumento da parcela de biodiesel na mistura do diesel; b) Setor Floresta e Mudança do Uso da Terra – maior fiscalização do cumprimento do Código Florestal, desmatamento ilegal zero com foco na Amazônia brasileira, compensação das emissões de gases do efeito estufa (GEE) provenientes da supressão legal da vegetação, restauração florestal de 12 milhões de hectares para múltiplos usos, ampliação do manejo sustentável de florestas nativas e atingimento de 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico; c) Energia – ampliação para 45% a participação de energias renováveis na composição da matriz energética; d) Agrícola – fortalecer o Plano ABC como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura, com a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e aumento da área de sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 5 milhões de hectares; e) Industrial – novos padrões de tecnologias limpas, aumento da eficiência energética e infraestrutura de baixo carbono; e f) Transporte: aumentar eficiência, melhorar infraestruturas de transporte público nas áreas urbanas (BRASIL, 2016b).

O cumprimento das metas estabelecidas no acordo da COP21, no entanto, demandará um esforço do setor sucroenergético para expandir a produção de cana-de-açúcar e seus subprodutos de forma sustentável. Esse esforço pode ocorrer de diversas formas distintas, seja por meio da ampliação de área cultivada com cana-de-açúcar e das respectivas estruturas produtivas (usinas, refinarias etc.), seja por meio de incrementos de produtividade nas áreas tradicionais, ou ainda pelo desenvolvimento de tecnologias e cultivares que permitam elevar a produção em regiões de expansão e em regiões que possuem níveis baixos de produtividade.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é analisar a capacidade instalada de produção de cana-de-açúcar do setor sucroenergético e possíveis soluções para atingir os compromissos oficiais assumidos pelo Brasil na COP21, por meio da análise da área cultivada no país, sua produção e produtividade. Tendo como base o contexto produtivo atual, o trabalho faz uma discussão a respeito dos condicionantes para que as metas da COP21 sejam atingidas. Será necessário aumento de área e/ou de produtividade? Quais outras limitações influenciam o aumento de produção? Essas são algumas das perguntas discutidas ao longo deste trabalho, que também faz algumas proposições com base nos cenários construídos.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Dentre as principais fontes de dados e informações utilizadas para a construção e análise dos cenários ao longo do trabalho, destaca-se o documento denominado “Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris”. Esse documento estabelece as metas de produção necessárias para o cumprimento do acordo da COP21. Em relação ao setor sucroenergético brasileiro, os principais compromissos formados pelo Brasil no Acordo de Paris são (BRASIL, 2016c):

a) a participação da bioenergia sustentável deve compor 18% da matriz energética brasileira até 2030, por meio da expansão dos biocombustíveis como o etanol, o que inclui:

- aumentar a oferta de etanol;
- aumentar a produção de biocombustíveis avançados (segunda geração); e
- acrescer a parcela de biodiesel na mistura do diesel;

b) as energias renováveis devem chegar ao patamar de 45% da matriz energética em 2030, o que inclui:

- ampliar o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, para uma participação entre 28% e 33% na matriz energética total até 2030; e
- elevar a quantidade de energia renovável no uso doméstico, além da energia hídrica, para 23% até 2030, por meio do aumento da participação de energia eólica, biomassa e solar.

Além disso, foram utilizados dados do “Relatório de Acompanhamento de Safra Brasileira” da Companhia Nacional de Abastecimento” (Conab) (2020a) a respeito de área cultivada, produção e produtividade da cana-de-açúcar. Durante toda a safra de cana-de-açúcar, a Conab realiza um processo de acompanhamento com a intenção de gerar informações e conhecimentos significativos ao governo federal. Este, por sua vez, se baseia nas informações daquele relatório, dentre outras, visando gerir políticas públicas direcionadas ao setor. Os relatórios da Conab são feitos sob uma parceria dos setores privado e público na criação de avaliações quadrimestrais da safra brasileira de cana-de-açúcar, por meio de quatro análises anuais que se somam conforme sua entrega e auxiliam na tomada de decisão dos agentes do mercado brasileiro. As informações da Conab foram complementadas com dados da Produção Agrícola Municipal (PAM-IBGE) e dados dos Censos Agropecuários (IBGE) sobre a produção de cana-de-açúcar.

Com esses dados, foram construídos alguns cenários projetados para 2030, nos quais as metas da COP21 são atingidas por meio de estratégias distintas, como o aumento isolado de área de cana-de-açúcar, o aumento de produtividade e a combinação dessas duas estratégias. Elas foram discutidas tendo em vista o atual panorama da distribuição regional da produção de cana-de-açúcar no Brasil e a evolução recente do setor entre os estados brasileiros.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No sentido de possibilitar uma maior compreensão dos assuntos abordados, a próxima seção foi dividida nos seguintes tópicos: o Acordo de Paris – COP21; a sustentabilidade da cadeia sucroenergética; e a produção de cana-de-açúcar.

3.1 – O Acordo de Paris – COP21 – e os Compromissos Assumidos pelo Brasil

A resposta política internacional às mudanças climáticas começou na Convenção do Rio de Janeiro, em 1992, por meio da criação da United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), que estabeleceu algumas

ações para controle das emissões de GEEs, que causam o aquecimento global (UNITED NATIONS, [2020?]).

Em 2015, durante a COP21 realizada em Paris, foi estipulado um novo acordo mundial para criar uma estratégia que atenuar os motivadores da mudança climática mundial. Seu objetivo é determinar metas que auxiliem na redução da emissão de GEE e da temperatura global para um nível de 2°C abaixo dos níveis pré-industriais. O acordo histórico, que foi assinado por mais de 190 países, também prevê a intensificação de ações e investimentos para um futuro sustentável de baixo carbono, com maior apoio para ajudar os países em desenvolvimento.

As metas assumidas são bastante desafiadoras, pois exigem uma grande expansão no setor sucroenergético e uma forte mudança na matriz energética nacional. O setor sucroenergético terá um papel protagonista para os cumprimentos das metas, visto que a biomassa da cana (bioeletricidade e etanol) correspondem a 17% da matriz energética nacional, equivalente a 43% de toda energia renovável ofertada internamente (UNICA, 2016).

Conforme estudo realizado por Gerardi *et al.* (2017), que compilaram as informações do governo federal e da União da Indústria de Cana-de-açúcar (Unica), para atingir o acordo serão necessários diversos esforços em termos de aumento da produção no setor sucroenergético nacional (Tabela 1).

Apesar de o açúcar não fazer parte das metas do acordo, ele foi considerado no quadro total de produção, uma vez que disputa com o etanol na determinação do *mix* de produção das usinas e na quantidade de cana-de-açúcar produzida. O número de maior destaque na tabela 1 é o de bioenergia, que é um dos aspectos mais promissores do setor, dado que a energia gerada pela queima do bagaço possui vantagens significativas quando comparadas com outras fontes de energia: 1) reaproveitamento de resíduo industrial (bagaço); 2) alta competitividade, pois a cana é destinada à fabricação de etanol e açúcar em que a utilização do bagaço reduz os custos dessa produção; 3) a moagem industrial ocorre nos meses com menores volumes de chuva e maior probabilidade de estiagem, contribuindo para o fornecimento de energia limpa nas usinas hidrelétricas; e 4) redução dos GEEs, por ser uma fonte de energia renovável.

TABELA 1 –Volume de produção em 2019 e projeções para 2030 – produtos do setor energético, Brasil

Produto	Unidade	Quantidade-meta 2030	Produção 2019	Incremento necessário (%)
Etanol	Bilhões de litros	54,00	35,59	51,73
Açúcar	Milhões de t	46,37	29,60	56,66
Bioenergia	TWh	76,00	27,23	179,10
Cana-de-açúcar	Milhões de toneladas	942,75	642,7	46,69

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados de Observatório da Cana (2020) e Confederação Nacional da Indústria (2017).

Um dos grandes desafios para o cumprimento das metas nacionais está interligado ao incentivo público para a expansão do setor e aos subsídios governamentais, com objetivo de se atingir um *mix* de produção adequado às metas brasileiras da COP21, uma vez que as usinas, geralmente, determinam o *mix* de produção (açúcar-etanol) de acordo com os preços relativos de cada subproduto. Portanto, em cenários de preços favoráveis ao açúcar, seriam necessários incentivos ao etanol, estimulando a produção de energia limpa. Outra medida importante é a criação de facilitadores para o investimento privado em novas unidades de produção (usinas e destilarias) e em expansão de capacidade produtiva existente, sobretudo por meio de mecanismos de políticas agrícolas, como isenções fiscais, créditos agrícolas e pesquisas visando aumento de produtividade e eficiência das unidades produtoras, nas áreas agrícolas e industriais.

O Brasil possui uma capacidade de moagem de cerca de 750 milhões de toneladas de cana (GERARDI *et al.*, 2017), o que resulta na necessidade de expansão de aproximadamente 300 milhões de toneladas. Para isso serão necessários investimentos na construção de cerca de 80 usinas com capacidade de processamento médio de 3,72 milhões de toneladas por ano.

1.2 – Sustentabilidade da Cadeia Sucroenergética

A sustentabilidade é baseada no equilíbrio de três pilares: o econômico, o social e o ambiental. O equilíbrio deles visa a realização da produção de forma a gerar benefícios sociais e econômicos sem degradar o meio ambiente, além de contribuir para sua conservação e regeneração.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com cerca de 642,7 milhões de toneladas colhidas na safra 2019/20 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a). Em 2017, o valor bruto movimentado pela cadeia sucroenergética superou US\$100 bilhões, fazendo com que o setor representasse cerca de 10% do PIB do agronegócio e, conseqüentemente, cerca de 2% do PIB brasileiro (UNICA, [2021?]).

Além da importância nacional, o cultivo de cana-de-açúcar é a principal atividade agrícola do estado de São Paulo, com 42% do total de unidades produtoras. O estado se configura como o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, com 6,15 milhões de hectares colhidos na safra 2019/20 e um valor de produção de R\$28,98 bilhões – cerca de 36% do valor bruto da produção total paulista (NACHILUK, 2020). A cadeia sucroenergética também foi destaque nas exportações paulistas, representando aproximadamente 27% de todo valor exportado em 2019, o equivalente a US\$4,07 bilhões em valores correntes (NACHILUK, 2020).

No âmbito social, a importância da cadeia como um todo também pode ser reconhecida em termos de geração de empregos, com 370 unidades industriais em funcionamento, ofertando cerca de 800 mil ocupações formais diretos em 2017. A soma dos empregos diretos e indiretos da cadeia sucroenergética chega a 2,4 milhões de ocupações geradas pelo setor (UNICA, [2020?]).

Já no quesito ambiental, a cultura da cana-de-açúcar possui um grande destaque no setor de biocombustíveis, por ser uma alternativa aos combustíveis fósseis, e pelo seu alto potencial na produção de etanol e seus respectivos subprodutos. Além disso, o setor é responsável pela produção de bioeletricidade, através da biomassa da cana-de-açúcar, e por outras fontes de energia, como o açúcar na alimentação.

O consumo de etanol oriundo da cadeia sucroenergética brasileira pelos automóveis *flex-fuel*, seja via etanol hidratado, seja por meio da mistura obrigatória de 27% de etanol anidro na gasolina, resultou na diminuição da emissão de mais de 520 milhões de toneladas de CO₂eq, que é um dos gases responsáveis pelo efeito estufa, entre março de 2003⁴ e julho de 2018 (UNICA, [2020?]).

Ainda com relação aos ganhos ambientais, há também a energia elétrica gerada através da biomassa produzida pelas indústrias (usinas). Além de limpa e renovável, essa energia fica próxima aos centros consumidores, destacando-se as usinas do Centro-Sul do país, que produzem energia durante os meses de abril a novembro (meses mais secos do ano), fazendo uma combinação perfeita com a energia fornecida pelas hidrelétricas.

Como base de comparação e da significância desse elo da cadeia sucroenergética, as indústrias sucroenergéticas em 2017 geraram 21,44 TWh, valor equivalente a 84% do total de geração de energia através de biomassa no país. Na geração total de energia, a cadeia sucroenergética ficou atrás apenas das hidrelétricas, térmicas a gás e eólicas, que geraram 380,91 TWh, 56,45 TWh e 33,49TWh, respectivamente, no Sistema Interligado Nacional (UNICA, [2020?]). Essa quantidade de energia fornecida pela cadeia sucroenergética foi responsável pelo atendimento de 11 milhões de residências e evitou a emissão de 6,3 milhões de toneladas de CO₂ em 2017 (UNICA, [2020?]).

Assim, pode-se afirmar que o setor sucroenergético tem sua importância na economia brasileira não apenas pelos aspectos associados à renda, mas que também cumpre importante papel social e ambiental, fabricando produtos sustentáveis que geram valor para a sociedade como um todo. Além disso, representa uma das respostas para alguns dos problemas ambientais que tanto afligem a população mundial, principalmente no quesito de geração de energia renovável, pois atua como substituto dos combustíveis fósseis, gerando energia limpa e capturando CO₂ em seus campos de produção espalhados pelo país.

1.3 – Produção de Cana-de-açúcar

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção de 642,7 milhões de toneladas colhidas na safra 2019/20, em uma área de 8,4 milhões de hectares, atingindo uma produtividade média nacional de 76,1 t/ha (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a).

A produção de cana-de-açúcar foi fortemente afetada pelos efeitos da política governamental adotada no governo de Dilma Rousseff que, ao controlar preços e desonerar tributos da gasolina – substituto direto do etanol hidratado –, reduziu a competitividade do etanol no mercado interno de combustíveis.

Como exemplo, em junho de 2012, a Petrobras anunciou um reajuste de 7,83% no preço da gasolina nas refinarias; ao mesmo tempo, o governo reduziu a zero a alíquota da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide), imposto incidente sobre a comercialização de gasolina e diesel. Essa medida praticamente anulou o efeito do aumento de preços da Petrobras sobre o preço de revenda ao consumidor final. O Ministério da Fazenda justificou a medida alegando que, dessa forma, poderia reduzir a defasagem dos preços da gasolina, cujo custo de produção estava pressionado por forte alta do petróleo no mercado internacional e, ao mesmo tempo, evitar que esta recomposição de preços tivesse impacto inflacionário (AZEVEDO; SERIGATI, 2015).

Nesse contexto, houve uma ampliação do nível de endividamento e redução de investimentos na cadeia, principalmente aqueles associados à renovação e qualidade dos canaviais, com efeitos diretos na produtividade nacional do cultivo de cana-de-açúcar. Os dados da safra 2019/20 mostram uma diminuição de 1,7% de área colhida em relação à safra anterior, 2018/19, fenômeno que ocorreu com maior intensidade na macrorregião Centro-Sul, que apresentou redução de 2% na área colhida. A macrorregião Norte-Nordeste apresentou um pequeno aumento de 0,7% (Tabela 2).

Houve uma diminuição considerável em três regiões brasileiras – Norte (8,8%), Sudeste (2,7%) e Sul (7,2%) – o que levou à diminuição na

⁴Lançamento dos veículos com a tecnologia *flexfuel* no Brasil.

TABELA 2 – Comparativo de área colhida, safras 2018/19 e 2019/20, regiões do Brasil (1.000 ha)

Região	Safra 2018/19	Safra 2019/20	Var. %
Norte	49,6	45,6	-8,8
Nordeste	834,1	844,4	1,2
Centro-Oeste	1.793,3	1.819,9	1,5
Sudeste	5.342,2	5.200,6	-2,7
Sul	570,1	531,6	-7,2
Norte/Nordeste	883,6	889,9	0,7
Centro-Sul	7.705,6	7.552,1	-2,0
Brasil	8.589,2	8.442,0	-1,7

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (2020a).

área colhida total, com destaque para o estado de Minas Gerais, que teve uma diminuição de 3,2% de área em produção, tendo como motivo principal os atrativos econômicos de retorno de outras culturas de menor ciclo, como a soja e o milho (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a). As regiões Nordeste e Centro-Oeste apresentaram aumentos de área colhida de 1,2% e 1,5%, respectivamente. A região Centro-Oeste passou de 1,79 milhão de hectares para 1,82 milhão de hectares entre as safras 2018/19 e 2019/20, impulsionada pelo estado de Goiás, que teve um aumento de 2,9% de sua área, o equivalente a aproximadamente 26 mil hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a).

Apesar da grande produção agrícola, o cultivo de cana-de-açúcar ocupa uma área pequena quando comparada às áreas requeridas para culturas como a soja e o milho. A grande capacidade da cana-de-açúcar para a produção de matéria orgânica reside na alta taxa de fotossíntese por unidade de superfície de terreno, e o longo ciclo de crescimento da planta resulta em elevada produção de matéria seca. Por isso, a cana produz mais toneladas em uma área relativamente menor que a de outras culturas economicamente importantes, resultando em um melhor aproveitamento da terra.

Grande parte da área de cana-de-açúcar no país possui elevado grau de mecanização, tanto no plantio quanto na colheita, embora o uso de algumas máquinas tenha se reduzido devido às mudanças nas práticas agrícolas (plantio direto, redução do uso de defensivos, entre outras). Do total de área colhida de cana-de-açúcar no Brasil, 88,4% é colhida de forma mecanizada, o que equivale a 7,5 milhões de hectares (Tabela 3). As

áreas com menor parcela de colheita mecanizada, concentradas na região Nordeste, sobretudo nos estados de Alagoas e Pernambuco, caracterizam-se por relevos relativamente acidentados, o que dificulta ou mesmo impossibilita a entrada de máquinas para a realização da colheita. Nas demais áreas prevalece a colheita mecanizada, que é realizada sem a queima prévia da palha (SILVA; CASTRO; GILIO, 2019).

Esse alto percentual de mecanização na colheita de cana-de-açúcar é importante no que se diz respeito às emissões de gases de efeito estufa, por cinco motivos explicados a seguir:

- 1) A cana mecanizada não precisa ser queimada para colheita. As queimadas de cana liberam partículas e aerossóis que prejudicam a saúde humana. Além disso, as queimadas emitem grandes quantidades de gases nocivos ao meio ambiente, entre eles o monóxido de carbono (CO), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), que estão diretamente ligados ao aquecimento global e à formação de ozônio na baixa atmosfera (RONQUIM, 2010);
- 2) O impacto sobre a biodiversidade é relativamente menor, devido à menor destruição de *habitats* ou morte de animais que utilizam o canavial para sobrevivência, além da eliminação do risco de incêndios em áreas adjacentes aos canaviais;
- 3) O processo de colheita mecanizada devolve à área colhida uma parte da matéria seca, servindo como uma cobertura para o solo e ajudando na sua

TABELA 3 – Comparativo de colheita mecanizada, safras 2018/19 e 2019/20, regiões do Brasil (1.000 ha)

Região	Área colhida	Mecanizada (%)	Área mecanizada
Norte	45,6	100,0	45,6
Nordeste	844,4	18,8	158,7
Centro-Oeste	1.819,9	97,3	1.770,8
Sudeste	5.200,6	96,1	4.997,8
Sul	531,6	92,9	493,9
Norte/Nordeste	889,9	23,0	204,7
Centro-Sul	7.552,1	96,2	7.265,1
Brasil	8.442,0	88,4	7.462,7

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (2020a).

conservação. A mecanização deixa no solo entre 8 e 30 toneladas de palha/ha. A palhada preserva nutrientes, em especial nitrogênio (N) e enxofre (S), mantém a umidade do solo e o protege contra erosão (RONQUIM, 2010). Além disso, a palha pode ser usada para a cogeração de energia (de segunda geração), que contribui para a redução da emissão de carbono e para a meta entrega de energia renovável pretendida pelo governo;

4) A colheita mecânica gera ganho econômico para o setor, reduzindo em 25% o valor da operação de colheita (RONQUIM, 2010), montante que pode ser investido em etapas como a renovação do canavial, visando aumentar a produtividade e o aproveitamento da terra; e

5) A colheita mecanizada proporciona melhoria nos processos industriais, pois, reduz custos com os processos de lavagem de cana e diminui o consumo de água nessa operação, além de gerar menor volume de bagaço e palha na moagem, reduzindo o nível produzido de resíduo industrial.

Com exceção da região Nordeste, que possui menos de 20% de sua área colhida mecanicamente, devido sobretudo ao seu relevo acidentado e à alta disponibilidade de mão de obra, todas as outras regiões possuem valores acima de 90% de colheita mecanizada.

A colheita mecanizada também tem enfrentado desafios que impactam diretamente a produtividade do canavial, como a redução da lon-

gevidade do canavial, o pisoteio, o arranquio de touceiras, a dificuldade de colheita em áreas com declividade acentuada e o aumento de impurezas, devido à regulação inadequada das máquinas ou entrada prematura pós-chuva para colheita. Diversos desses problemas têm origem em erros humanos, o que ressalta a importância da capacitação dos funcionários que estão no campo para que a colheita mecanizada cumpra seu papel associado ao meio ambiente sem gerar problemas em outras etapas da produção.

Apesar da pequena redução de área colhida de cana-de-açúcar no Brasil entre as safras 2018/19 e 2019/20, a produção agrícola avançou, mostrando um incremento de 3,5% na quantidade total produzida (Tabela 4).

A região Centro-Sul representou 92% de toda produção nacional na safra 2019/20, com 589,8 milhões de toneladas, apresentando um aumento de 2,9% na produção total entre as safras 2018/19 e 2019/20, impulsionado pelo Sudeste, com crescimento de 3,5%, e Centro-Oeste, com crescimento de 2,6%. Destacam-se também os números da região Norte que, embora represente uma parcela pequena da produção nacional, apresentou crescimento de 10,9% entre as safras 2018/19 e 2019/20. A região Nordeste apresentou crescimento expressivo (9,6%) no mesmo período, resultando em um incremento de produção de 9,7% na macrorregião Norte/Nordeste. Apenas a região Sul apresentou redução de produção no período analisado (-3,3%).

De acordo com a Conab (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a), na região Norte/Nordeste, o estado de Alagoas produziu 17,4 milhões de toneladas, um aumento de 7,6% comparado à safra anterior. Já na região Cen-

TABELA 4 – Comparativo de produção agrícola, safras 2018/19 e 2019/20, regiões do Brasil (1.000 t)

Região	Safra 2018/19	Safra 2019/20	Var. %
Norte	3.317,8	3.722,6	10,9
Nordeste	44.416,1	49.121,3	9,6
Centro-Oeste	136.855,1	140.446,3	2,6
Sudeste	400.312,1	415.043,9	3,5
Sul	35.534,3	34.383,6	- 3,3
Norte/Nordeste	47.734,0	52.844,0	9,7
Centro-Sul	572.701,4	589.873,8	2,9
Brasil	620.435,4	642.717,8	3,5

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (2020a).

tro-Sul, destaca-se o estado de São Paulo, que representa 53,7% da produção nacional e obteve um aumento de 2,9% comparado à safra anterior, produzindo 342,6 milhões de toneladas (NACHILUK, 2020). O aumento de área de produção agrícola no Estado de Goiás impulsionou a produção de cana-de-açúcar, levando a um aumento de produção de 7,5% em relação à safra anterior (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a). Minas Gerais, com melhores condições climáticas, conseguiu um incremento de 8,7% na produção, mesmo em uma área menor (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a).

No agregado nacional, a produtividade apresentou um aumento de 5,1% entre as safras 2018/19 e 2019/20, atingindo o valor de 76,1 t/ha. Houve também uma melhora de 9% na macrorregião Norte/Nordeste, que atingiu 59,5 t/ha, e na região Centro-Sul, com um incremento de 4,8% de produtividade, atingindo 78,1 t/ha (Tabela 5).

Esses números demonstram o potencial produtivo do setor, que possui capacidade para entregar a produção necessária estabelecida no compromisso assumido pelo governo brasileiro no acordo realizado na COP21. O cumprimento dessas metas, no entanto, depende da conduta do segmento produtivo no setor sucroenergético em termos de realização de investimentos, visando o aumento da produção e produtividade, além de investimentos para a expansão da capacidade produtiva das empresas responsáveis pelo processamento da cana-de-açúcar e sua transformação em subprodutos, como o etanol anidro, etanol hidratado, bioeletricidade e açúcar, sob elevados níveis de eficiência operacional.

Tendo em vista que os compromissos assumidos pelo Brasil na COP21 estão associa-

dos à nação brasileira, a suas autoridades e a seus representantes – e não especificamente ao setor sucroenergético brasileiro –, é importante que o estado crie mecanismos (políticas, programas, infraestruturas, tecnologias, entre outros) capazes de compatibilizar os objetivos do setor (lucratividade) com os objetivos mais amplos assumidos na COP21, que englobam também os aspectos ambientais. Além disso, o mercado de etanol interage/concorre diretamente com o mercado de derivados do petróleo (gasolina), que é suscetível a intervenções governamentais em seus preços, como ocorrido ao longo do governo de Dilma Rousseff, por meio da intervenção na política de preços da Petrobrás, e de Jair Bolsonaro, por meio da redução de impostos federais sobre os combustíveis visando a redução do preço ao consumidor final e o controle inflacionário. Logo, para que o estado brasileiro possa cumprir seus compromissos da COP21, é preciso haver coerência e convergência entre a política macroeconômica e a política agrícola/setorial, fornecendo as condições adequadas para direcionar o setor sucroenergético para a expansão produtiva de energia e produtos sustentáveis.

Dentre os instrumentos de política agrícola majoritariamente adotados pelo estado brasileiro, o crédito rural subsidiado possui protagonismo histórico em termos de alocação de recursos (SILVA; VIAN, 2021). Este, embora seja importante, não é e não deve ser o único instrumento para promover essa expansão produtiva. A pesquisa e a extensão agropecuárias são uma importante forma de produção de novos cultivares mais produtivos e adaptados às diferentes regiões brasileiras, e de difusão das técnicas e tecnologias agropecuárias para os mais de 54 mil estabelecimentos produtores de ca-

TABELA 5 – Comparativo de produtividade agrícola, safras 2018/19 e 2019/20, regiões do Brasil (t/ha)

Região	Safra 2018/19	Safra 2019/20	Var. %
Norte	66,9	81,7	18,1
Nordeste	53,3	58,2	8,5
Centro-Oeste	76,3	77,2	1,1
Sudeste	74,9	79,8	6,1
Sul	62,3	64,7	3,6
Norte/Nordeste	54,0	59,4	9,0
Centro-Sul	74,3	78,1	4,8
Brasil	72,2	76,1	5,1

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (2020).

na-de-açúcar no Brasil, identificados no Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019). Os zoneamentos agroecológicos, os programas de recuperação de áreas degradadas e mecanismos, como as ações que compõem o Plano ABC representam também formas que se complementam rumo ao objetivo da sustentabilidade.

As áreas utilizadas pela cana-de-açúcar são nobres e possuem alto potencial de produção. Apesar dos aumentos de produção e produtividade atingidos nas safras 2018/19 e 2019/20, ainda são necessários avanços expressivos em termos de produção e produtividade para atingir os objetivos estabelecidos.

Um fator que merece destaque e que comprova o potencial do setor é a melhora na entrega do açúcar total recuperável (ATR) médio da safra 2019/20. O ATR é uma forma de medir a qualidade da cana entregue e, como seu próprio nome indica, é a capacidade de o açúcar produzido na planta ser recuperado e convertido em açúcar ou etanol. O ATR é influenciado pelo clima, pela idade das lavouras e pela modalidade de colheita. A colheita mecanizada, sem queima, leva mais impurezas vegetais para a indústria e diminui os níveis de ATR, dificultando a extração do açúcar. Além disso, ocorre o aumento de pragas e doenças devido à não queima da cana, uma vez que a palhaça deixa o ambiente favorável para esses patógenos.

A safra 2019/20 entregou o melhor resultado de ATR médio das últimas oito safras, com o valor de 89,5 milhões de toneladas de ATR, impulsionado principalmente pela renovação dos canaviais na região Centro-Sul, pelos investimentos feitos nas lavouras e pelas melhores condições climáticas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020a). A soma desses fatores resultou

em maior qualidade da matéria-prima, atingindo o valor de 139,3 kg/t de ATR na safra 2019/20, contra 138,4 kg/t de ATR na safra anterior.

1.4 – Possíveis Cenários de Aumento de Área

Para cumprir o acordo assumido pelo governo federal na COP21, será necessário um aumento de produção e moagem de cana-de-açúcar, para se atingir a produção anual de 942,75 milhões de toneladas em 2030. Essa quantidade de matéria-prima seria suficiente para produzir:

- 54 bilhões de litros de etanol;
- 76 TWh de bioenergia; E
- 46,37 milhões de toneladas de açúcar, produto que, apesar de não integrar parte do acordo, faz parte do *mix* de produção da usina e compete com a fabricação de etanol, devendo, portanto, ser levado em consideração.

Esse nível de produção de cana-de-açúcar pode ser atingido por meio de incrementos de produtividade e/ou incrementos de área colhida. A tabela 6 apresenta três possíveis cenários que consideram essas estratégias, bem como as comparam com o comportamento recente da cadeia sucroenergética.

Considerando-se um aumento de 40% e termos de produtividade em todas as regiões brasileiras, oriundo de renovações de canaviais improdutivos e investimentos em tratamentos culturais, e mantendo-se constante a área de cana-de-açúcar, seria possível atingir um patamar produtivo de 899,80 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, valor bastante próximo às demandas para cumprimento da meta estabelecida na COP21, representando

TABELA 6 – Hipóteses de incrementos homogêneos de produtividade de cana com área constante, safra 2019/20, regiões do Brasil

Região	Safra 2019/20		Produção anual com incrementos de produtividade (1.000 t)		
	Produtividade (t/ha)	Produção (1.000 t)	+20%	+30%	+40%
Norte	81,7	3.722,60	4.467,12	4.839,38	5.211,64
Nordeste	58,2	49.121,30	58.945,56	63.857,69	68.769,82
Centro-Oeste	77,2	140.446,30	168.535,56	182.580,19	196.624,82
Sudeste	79,8	415.043,90	498.052,68	539.557,07	581.061,46
Sul	64,7	34.383,60	41.260,32	44.698,68	48.137,04
Norte/Nordeste	59,4	52.844,00	63.412,68	68.697,07	73.981,46
Centro-Sul	78,1	589.873,80	707.848,56	766.835,94	825.823,32
Brasil	76,1	642.717,80	771.261,24	835.533,01	899.804,78

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Companhia Nacional de Abastecimento [20--].

um *deficit* de apenas 42,95 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em comparação à meta estabelecida pelo governo. Entretanto, seria necessário um aumento substancial em termos de produtividade nos canaviais, pois, com um acréscimo de 30%, o *deficit* de produção seria da ordem de 107,22 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, e com um incremento de 20% de produtividade, esse *deficit* seria ainda maior (171,49 milhões de toneladas). Logo, não é factível considerar que o Brasil consiga cumprir essa meta de produção de cana-de-açúcar apenas por meio de aumentos de produtividade.

Ainda assim, o aumento de produtividade é a principal alternativa para que o Brasil se aproxime das metas estabelecidas na COP21, uma vez que a expansão de área enfrenta desafios, como a disputa com outras culturas, e a necessidade de condições edafoclimáticas adequadas e de infraestrutura logística para a produção de cana-de-açúcar e seus subprodutos. Além disso, a produção canavieira possui uma especificidade relacionada à necessidade de certa proximidade entre o canavial e a unidade de processamento (usina, destilaria etc.), que deve manter uma distância máxima entre 50 km e 100 km. Dessa forma, a expansão de áreas de cultivo de cana deve vir acompanhada da expansão de unidades de processamento e ocorrer em regiões com condições edafoclimáticas adequadas para a atividade.

A tabela 7 ilustra os potenciais incrementos de produção oriundos de aumentos de área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil, mantendo-se constante a produtividade.

De acordo com os dados da tabela 7, pode-se demonstrar que aumentos de produção por meio de incrementos de até 15% em área cultivada seriam insuficientes para cumprir as metas do acordo, pois o máximo patamar produtivo atingido seria de 739,18 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que representa um *deficit* de 203,57 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.

De qualquer forma, a consideração das estratégias isoladas representa apenas um exercício analítico de estática comparativa, tendo em vista que o mais plausível é que o Brasil apresente incrementos tanto em termos de área quanto de produtividade da cana-de-açúcar nos próximos anos, ainda com ritmo desigual entre as regiões. Nesse sentido, a tabela 8 apresenta as combinações de incrementos de área e produtividade de cana-de-açúcar considerando-se as hipóteses adotadas nas tabelas 6 e 7 de forma combinada. Como limitação, assume-se novamente a premissa de incrementos percentuais homogêneos entre as regiões brasileiras.

De acordo com os cálculos realizados, os incrementos de produtividade se mostram essenciais para o cumprimento dos compromissos acordados pelo Brasil. As células em cinza na tabela indicam as combinações que atendem às metas previstas, o que indica que o único caso em que não seria necessário um incremento de 40% de produtividade é aquele em que a área de cana-de-açúcar seria expandida em 15%. Ainda assim, seriam necessários incrementos de produtividade da ordem de 30%. Essa alternativa tem o benefício de possibilitar a geração de riquezas em

TABELA 7 – Hipóteses de incrementos homogêneos de área de cana com produtividade constante, safra 2019/20, regiões do Brasil

Região	Safra 2019/20		Incrementos de produção via área (1.000 t)		
	Área (1.000 ha)	Produção (1.000 t)	5%	10%	15%
Norte	45,6	3.722,60	3.911,80	4.098,07	4.284,35
Nordeste	844,4	49.121,30	51.601,28	54.058,49	56.515,69
Centro-Oeste	1.819,90	140.446,30	147.521,09	154.545,91	161.570,72
Sudeste	5.200,60	415.043,90	435.758,27	456.508,67	477.259,06
Sul	531,6	34.383,60	36.114,25	37.833,97	39.553,70
Norte/Nordeste	890,00	52.844,00	55.513,08	58.156,56	60.800,04
Centro-Sul	7.552,10	589.873,80	619.393,61	648.888,55	678.383,48
Brasil	8.442,10	642.717,80	674.906,69	707.045,11	739.183,52

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Companhia Nacional de Abastecimento [20--].

TABELA 8 – Produção potencial de cana-de-açúcar (1.000 t) para diferentes combinações de área e produtividade

Incrementos de produtividade	Incrementos de área			
	0%	5%	10%	15%
0%	642.717,80	674.853,69	706.989,58	739.125,47
20%	771.261,36	809.824,43	848.387,50	886.950,56
30%	835.533,14	877.309,80	919.086,45	960.863,11
40%	899.804,92	944.795,17	989.785,41	1.034.775,66

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Companhia Nacional de Abastecimento [20--].

outras regiões através da expansão de área e criação de novas usinas em regiões até então desprovidas dessa atividade, desde que respeitadas as condições para a produção eficiente de cana-de-açúcar.

Além do desenvolvimento regional, a expansão de área de cana-de-açúcar pode também se dar pela substituição de atividades realizadas sob condições “menos nobres” de produção, como o caso das pastagens degradadas. Este seria outro eventual benefício da expansão canavieira para essas áreas, tendo em vista que as pastagens, sobretudo as degradadas, representam um grande empecilho para a produção agrícola em moldes mais sustentáveis. A figura 1 apresenta a distribuição regional das pastagens degradadas no Brasil, com base nos dados do Censo Agropecuário de 2017, pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Nota-se que grande parte dessas áreas de pastagem degradada se situa na região Centro-Oeste, justamente a região que tem se destacado em termos de expansão da produção de cana-de-açúcar no Brasil, alcançando a segunda posição em produção, atrás da região Sudeste.

Nos últimos anos, a necessidade de energia renovável tem conduzido a expansão das áreas de cana-de-açúcar em áreas de pastagens degradadas ou abandonadas, aumentando assim sua cobertura vegetal, causando maiores teores de matéria orgânica no solo e menor emissão de CO2 para atmosfera. Será necessária a criação de novas unidades de produção de etanol e açúcar, visto que a capacidade instalada de moagem hoje não suporta moer a produção necessária para a meta de 2030. Essa instalação de novas usinas pode multiplicar os benefícios gerados, já que considera a expansão em áreas de pastagens degradadas e combina aspectos associados

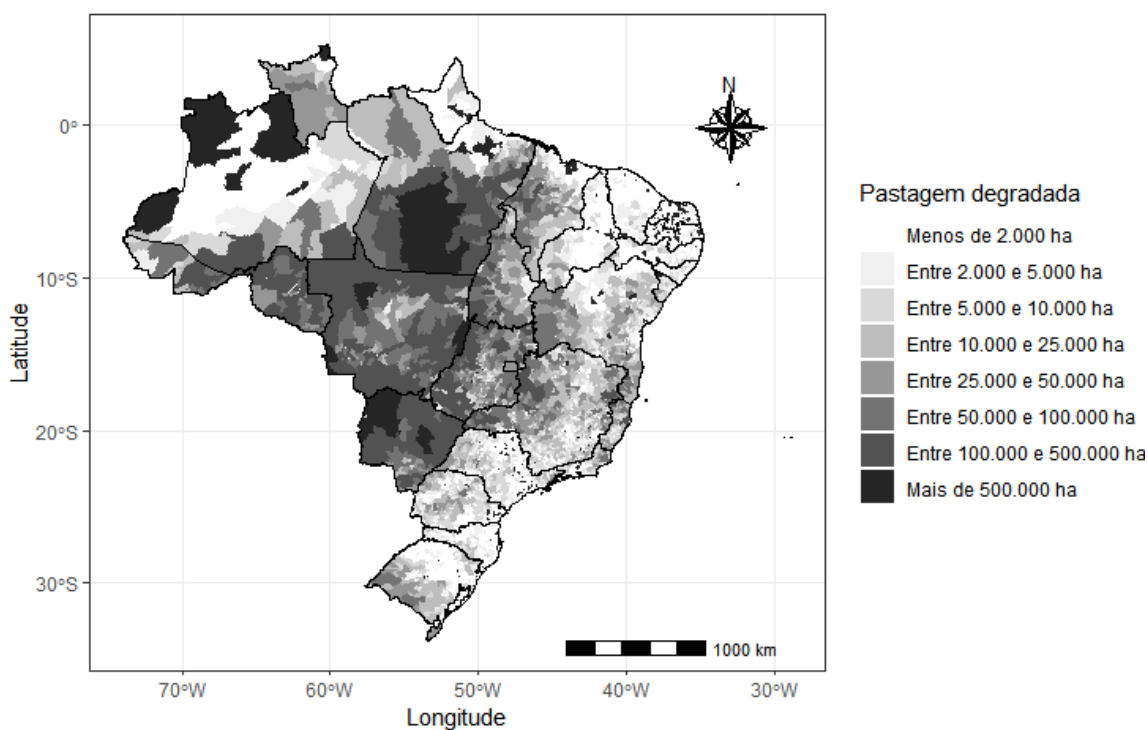


Figura 1 – Distribuição das pastagens degradadas, municípios brasileiros, 2017.
 Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019).

ao desenvolvimento territorial, reduzindo, inclusive, a disputa de áreas com outras culturas em regiões tradicionais.

Em todos os cenários, há a necessidade de uma expansão territorial e de aumento de produtividade; logo, algumas considerações são importantes de serem citadas:

- Região Nordeste: apesar de ser uma região vanguardista, tem entregado um nível baixo de produtividade e merece atenção especial, pois luta contra problemas estruturais e climáticos, além da dificuldade financeira e baixa mecanização devido aos solos acidentados. A região Nordeste também apresenta carências em termo de investimento em tecnologia, como o desenvolvimento de novas variedades adaptáveis às condições regionais, irrigação para combater os problemas climáticos e investimentos em tratores culturais;
- Investimentos governamentais: o Brasil possui uma capacidade de moagem de cerca de 750 milhões de toneladas de cana (GERARDI *et al.*, 2017), o que resulta na necessidade de expansão de aproximadamente 300 milhões de toneladas. Para isso, serão

necessários investimentos na construção de cerca de 80 usinas com capacidade de processamento médio de 3,72 milhões de toneladas por ano. No documento oficial do governo federal, há a promessa de um investimento de R\$160,8 bilhões para o cumprimento do acordo, em que: i) R\$100,6 bilhões serão destinados para a área industrial; ii) equipamentos e máquinas agrícolas receberão R\$21,1 bilhões; iii) expansão territorial receberá um valor de R\$18,7 bilhões; e iv) renovação de canaviais receberia um valor de R\$20,4 bilhões (BRASIL, 2016c).

- Expansão territorial: o estado de São Paulo detém 42% do total de unidades de produtoras, com 6,15 milhões de hectares, sendo o maior produtor do Brasil. Com base no cenário atual paulista, aumentar a área de cana-de-açúcar seria um grande desafio; além de ser um estado altamente urbanizado, a cana-de-açúcar compete por área com outras culturas. No caso de São Paulo, uma alternativa promissora seria o aumento de produtividade, direcionando a expansão para outros estados com maior potencial de crescimento, como Goiás;

- Expansão territorial: uma alternativa plausível para esse aumento de área é a expansão em pastagens degradadas que fiquem perto das usinas, melhorando o aproveitamento da área, conservação de solo e a captura de carbono. Ainda que existam alternativas para a recuperação de pastagens degradadas, como o Plano ABC, a expansão da cana-de-açúcar em substituição dessas pastagens não parece conflitar com essas alternativas, tendo em vista que é uma cultura que não demanda grandes extensões de área, se comparadas ao montante existente de pastagens degradadas, para sua produção.
- Parceira com o milho: embora não tenha sido discutida ao longo do trabalho, a capacidade de contribuição do milho na produção de etanol mostra-se como uma estratégia complementar àquelas apresentadas sobre a cana-de-açúcar. Apesar de ser menos energético e de menor rendimento que o da cana, o etanol de milho é bastante usado internacionalmente e, no Brasil, existem unidades híbridas (destilarias) que o produzem. De acordo com a Conab (2020b), o etanol oriundo do milho tem apresentado recordes de produção e atualmente representa 4,6% da oferta total do produto no Brasil. Além disso, o milho é uma cultura que se adapta a praticamente todas as regiões brasileiras, o que viabiliza os eventuais ganhos em termos de desenvolvimento regional discutidos no caso da cana.

4 – CONCLUSÃO

No decorrer deste trabalho, foram discutidos os principais aspectos da COP21 associados à produção de cana-de-açúcar, os compromissos

assumidos pelo governo brasileiro e os desafios que se mostram presentes para o cumprimento dele. Identificou-se que os incrementos de produtividade na cultura da cana-de-açúcar representam uma das principais estratégias e condicionantes para que as metas da COP21 sejam atingidas. No entanto, esses incrementos de produtividade devem ocorrer de forma combinada à expansão de área, o que, por sua vez, abre espaço para o estabelecimento de metas e políticas de desenvolvimento regional e ambiental, seja direcionando a atividade canavieira e todos os seus encadeamentos produtivos para regiões não tradicionais, seja pela substituição de pastagens degradadas pelo cultivo de cana-de-açúcar. A combinação de um aumento da ordem de 40% em termos de produtividade e de 5% em termos de área resultaria na produção de 944,79 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, valor que atinge a meta estabelecida. Da mesma forma, o incremento de 15% de área, somado a um aumento de 30% em termos de produtividade, resultaria na produção de 960,86 milhões de toneladas de cana, gerando *superavit* de 18,11 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em relação à meta. Todas essas combinações requerem investimentos em desenvolvimento de variedades de cana mais produtivas – sobretudo mais adaptadas à região Nordeste –, em tratamentos culturais, em expansão de áreas de cultivo e respectiva infraestrutura necessária, bem como incentivos financeiros e não financeiros para o aumento da capacidade de produção e de moagem do setor. Isso demandará atuação conjunta da área privada e governamental, via políticas de incentivos, subvenções, investimentos privados e outros mecanismos e instrumentos que possibilitem uma acelerada expansão do setor, caso o país se comprometa com o cumprimento dos compromissos acordados.

LITERATURA CITADA

AZEVEDO, P. F.; SERIGATI, F. C. Preços administrados e discricionariedade do Executivo. *Rev. Econ. Polit.*, v. 35, n. 3, p. 510-30, jul./set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-31572015v35n03a08>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/3WZMc365ZdYF3WRc57j4byF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 abril de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016a. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 10 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Fundamentos para a Elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente,

2016b. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris/item/10710.html>. Acesso em: 10 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para consecução do objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016c. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf. Acesso em: 10 set. 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar agrícola**. [20--]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra-serie-historica-das-safra/itemlist/category/891-cana-de-acucar-agricola>. Acesso em: 27 abr. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **O setor sucroenergético em 2030**: dimensões, investimentos e uma agenda estratégica. Brasília, DF: CNI, 2017. 100 p., il. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/ec/20/ec201594-1bf8-426e-897b-3303a5762506/setor_sucroenergetico_web.pdf. Acesso em: 27 abr. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra 2019/20: quarto levantamento. **Acomp. safra bras. Cana**, Brasília, v. 6, n. 4, 2020a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 20 set. 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Safra 2019/20: terceiro levantamento. **Acomp. safra bras. Cana**. Brasília, v. 7, n. 3, p. 1-62, dez. 2020b. Disponível em: [conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar?start=10](https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar?start=10). Acesso em: 27 abr. 2023.

GERARDI, F.; NEVES, M. F.; KALAKI, R. B.; GALI, R. **O setor sucroenergético em 2030**: dimensões, investimentos e uma agenda estratégica. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2017. 100 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4318463/mod_resource/content/1/Livro-A-Cana-em-2030-Marcos-Fava-Neves-et-al-CNI-2017. Acesso em: 15 set. 2020.

GILIO, L.; MORAES, M. A. F. D. Sugarcane industry's socioeconomic impact in São Paulo, Brazil: a spatial dynamic panel approach. **Energy Economics**, v. 58, p. 27-37, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140988316301402?via%3Dihub>. Acesso em: 27 abr. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MACEDO, I. C. (org.). UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. **A energia da cana-de-açúcar**: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e sua sustentabilidade. 2. ed. São Paulo: UNICA – União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2007. Disponível em: https://unica.com.br/wp-content/uploads/2019/08/cana_livro_unica.pdf. Acesso em: 16 mar. 2022.

NACHILUK, K. Cana-de-açúcar: produção e processamento em 2019. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 1-4, mar. 2020. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-14-2020.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Histórico de produção e moagem**. 2020. Disponível em: <https://observatorioda-cana.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=2493&safra=2019%2F2020&estado=RS%2CSC%2CPR%2CSP%2CRJ%2CMG%2CES%2CMS%2CMT%2CGO%2CDF%2CBA%2CSE%2CAL%2CPE%2CPB%2CRN%2CCE%2CPI%2CMA%2CTO%2CPA%2CAP%2CRO%2CAM%2CAC%2CRR>. Acesso em: 27 abr. 2023.

RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita de cana-de-açúcar**: impactos ambientais, sociais e econômicos. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 45 p. (Documentos, 77). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27830/1/Doc-77.pdf>. Acesso em: 30 set. 2020.

SILVA, R. P.; GILIO, L.; CASTRO, N. R. Impactos da eliminação da queimada da cana sobre o setor sucroenergético: uma análise de equilíbrio geral. **Rev. Econ. NE**, v. 50, n. 1, p. 9-21, jan./mar. 2019. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/687/751>

SILVA, R. P.; VIAN, C. E. F. Fatores de modernização agropecuária nos municípios brasileiros em 2006. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 39, n. 80, p. 89-119, set. 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/AnaliseEconomico/article/view/93874/66225>. Acesso em: 27 abr. 2023.

UNICA. União da Indústria de Cana-De-Açúcar. **Balanco de Atividades**: 2012/13 a 2018/19. [2020?]. Disponível em: <https://unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-Atividades-201213-a-201819.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

UNICA. União da Indústria de Cana-De-Açúcar. **Ampliação do consumo de etanol pode gerar economia superior a US\$ 23 milhões no sistema de saúde**. 2016. Disponível em: <https://unica.com.br/noticias/ampliao-do-consumo-de-etanol-pode-gerar-economia-superior-a-us-23-milhes-no-sistema-de-sade/>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

UNICA. União da Indústria de Cana-De-Açúcar. **Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol - safra 2019/2020**. [2021?]. Disponível em: <https://observatoriodacana.com.br/sub.php?menu=producao>. Acesso em: 17 abr. 2021.

UNITED NATIONS. **Climate Change**. [2020?]. Disponível em: <https://www.un.org/en/global-issues/climate-change>. Acesso em: 15 Sept. 2020.

COMPROMISSOS NACIONAIS ASSUMIDOS NA COP21 E SEUS IMPACTOS NO SETOR SUCROENERGÉTICO

RESUMO: *O presente trabalho visa discutir os possíveis impactos na área de produção de cana-de-açúcar devido ao acordo firmado na COP21. A segurança energética provavelmente é o maior desafio do nosso século, principalmente, por necessitarmos de energia limpa. E essa é uma das características mais fortes do setor sucroenergético nacional, que é responsável pela produção de bioeletricidade e, principalmente, biocombustível, além de também produzir açúcar e outros produtos. Através da análise da capacidade instalada de produção de cana-de-açúcar será discutido possíveis cenários de aumento de área, produção e produtividade para atingir os compromissos oficiais assumidos na COP21.*

Palavras-chave: *segurança energética nacional, biomassa, etanol, cana-de-açúcar, sustentabilidade.*

BRAZILIAN COMMITMENTS MADE AT COP21 AND IMPACTS ON THE SUGARCANE PRODUCTION

ABSTRACT: *The present work discusses the possible impacts on the sugarcane production area due to the agreement signed at COP21. Energy Security is probably the biggest challenge of our century, mainly because we need clean energy. And this is one of the strongest characteristics of the Brazilian sugar-energy sector, which is largely responsible to produce bioelectricity and, mainly, biofuel, in addition to also producing sugar and other products. Through the analysis of the capacity of sugarcane production facilities, possible cases of increase in area, production, and productivity will be discussed to meet the official commitments assumed at COP21* Key-words: *rural administration, coffee, management, rural organization.*

Key-words: *national energy security, biomass, ethanol, sugar cane, sustainability.*

Recebido em 04/10/2021. Liberado para publicação em 25/04/2023.

COMO CITAR

GONÇALVES, S. P.; SILVA, R. P da. Compromissos nacionais assumidos na COP21 e seus impactos no setor sucroenergético. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 53, eie082021, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56468/1678-832X.eie0821.2023>

O CRITÉRIO DA ÁREA CULTIVADA E A PARTICIPAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO ICMS PAULISTA¹

Terezinha Joyce Fernandes Franca²
Maria Magdalena Matte Hiriart³
Rosana de Oliveira Pithan e Silva⁴

1 – INTRODUÇÃO

O Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual, Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) é de competência dos estados e do Distrito Federal. No estado de São Paulo constitui-se na principal fonte de recursos, responsável, em 2019, por 84% de toda a arrecadação tributária do estado (SÃO PAULO, 2021).

Este imposto incide sobre:

operações relativas à circulação de mercadorias; prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal; prestações onerosas de serviços de comunicação, por qualquer meio; fornecimento de mercadorias com prestação de serviços não compreendidos na competência tributária dos Municípios; fornecimento de mercadorias com prestação de serviços sujeitos ao imposto sobre serviços, de competência dos Municípios, quando a lei complementar aplicável expressamente o sujeitar; a entrada de mercadoria importada do exterior, por pessoa física ou jurídica; o serviço prestado no exterior ou cuja prestação se tenha iniciado no exterior e a entrada, no território do Estado destinatário, de petróleo, inclusive lubrificantes e combustíveis líquidos e gasosos dele derivados, e de energia elétrica, quando não destinados à comercialização ou à industrialização, decorrentes de operações interestaduais (BRASIL, 1996).

O imposto é não-cumulativo, compensando-se o que for devido em cada operação relativa à circulação de mercadorias ou prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação com o montante cobrado nas anteriores pelo mesmo ou por outro Estado (BRASIL, 1996).

A legislação em vigor teve origem com a promulgação da Constituição Federal, artigo 158, que determina que a arrecadação desse imposto (ICMS) pertence: 75% aos estados e 25% aos municípios (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Segundo a Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo (SEFAZSP), a Constituição ainda determina que:

as parcelas do ICMS pertencentes aos municípios lhes sejam creditadas de acordo com o índice apurado pelos seguintes critérios:

- três quartos (3/4), no mínimo, na proporção do valor adicionado relativo à circulação de mercadorias e a prestação de serviços realizados em seus territórios;
- até um quarto (1/4) conforme dispuser Lei Estadual (SEFAZ, 2013).

O conceito de Valor Adicionado (VA) é dado pela Lei Complementar Federal n. 63, de 1990 e diz que, o VA de cada município é calculado pela

soma dos valores adicionados ocorridos nos estabelecimentos inscritos em seu território e dos valores a ele atribuídos pelos contribuintes de outros municípios (SEFAZ, 2013).

Para Spinelli e Leal (2015),

O Valor Adicionado é majoritário e de importância fundamental para manutenção ou incremento do Índice de Participação Municipal (IPM), devendo ser objeto de atenção especial do gestor municipal, na busca de garantir o melhor valor possível neste índice.

Para Baratto, Costamilan e Prado (2007), o VA se dá em decorrência do movimento econômico do município e é calculado com as informações dadas “pelos contribuintes inscritos no cadas-

¹Registrado no CCTC, IE-04/2021.

²Economista, Mestre, Pesquisadora Científica do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: terezinha.franca@sp.gov.br).

³Cientista Social, Assistente Agropecuária da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (e-mail: mmatte@sp.gov.br).

⁴Socióloga, Pesquisadora do Instituto de Economia Agrícola (e-mail: rosana.pithan@sp.gov.br).

tro do imposto, mensalmente ou anualmente, conforme o estado”, e para seu cálculo ainda se leva em conta algumas operações de pessoas físicas ou jurídicas “que não estão inscritas no cadastro de contribuintes, mas que praticam operações físicas ou jurídicas que constituem fato gerador de ICMS”.

Os mesmos autores afirmam ainda que:

[...] inerente ao caráter marcadamente devolutivo dessa transferência a possibilidade de oscilações acentuadas no VA, dado que é uma variável que sofre injunções não apenas de ordem econômica, mas também de natureza climática, como ocorre com a atividade agrícola. O elevado peso do VA na partilha da cota-parte impede que as oscilações sejam amortecidas por outros critérios; com isso, pode gerar uma instabilidade no fluxo de recursos municipais, podendo prejudicar o financiamento de políticas públicas, conforme o peso da cota-parte na composição das receitas totais do município (BARATTO; COSTAMILAN; PRADO, 2007).

A Lei n. 3.201, de 23/12/1981 dispõe sobre a matéria e ainda vigora, com algumas das alterações introduzidas pela Lei n. 8.510, de 29/12/1993 (atualizada até a Lei n. 12.810, de 21 de fevereiro de 2008) (SÃO PAULO, 1981).

Compete a cada estado estabelecer seus próprios critérios para a distribuição dos valores que cabem aos municípios, havendo no estado de São Paulo diversas leis sobre o assunto.

A Lei n. 8.510 foi elaborada para alterar alguns pontos no cálculo do índice de participação dos municípios paulistas do ICMS, ao estabelecer que na apuração desses índices no produto de arrecadação do imposto, 3% passaria a ser dividido proporcionalmente à Área Cultivada (AC) de cada município no ano anterior ao da apuração e à AC total do estado, levantadas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento e Abastecimento SAA/SP (PINO, 1999; SÃO PAULO, 1993).

A ideia de incluir a AC como um dos critérios para distribuição foi do então Secretário de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Barros Munhoz, que em entrevista ao jornal **Folha de São Paulo**, em 1994, informou que levou a sugestão ao então governador Luís Antônio Fleury Filho, que encaminhou um projeto de lei do executivo para incluir esta alteração (MUNHOZ, 1994).

A justificativa foi que a cobrança do ICMS era feita fora da agricultura, e por isso os municípios essencialmente agrícolas tinham pouco VA

na hora de dividir o recurso do imposto. Para Munhoz (1984), este novo critério de distribuição tornava o imposto cobrado no estado mais justo, pois “até então, os critérios para repasse da quota do ICMS dos municípios eram injustos e beneficiava os municípios mais ricos” (MUNHOZ, 1994).

Como explica Pino (1994): a mudança de alguns critérios, inclusive da AC, foi resultado da diminuição de 4% no critério de VA. Para o autor, esse critério:

pode ser considerado do tipo produtividade e visa corrigir uma distorção existente anteriormente, já que os municípios altamente industrializados (e, portanto, com grande participação no valor adicionado) tinham peso excessivo na distribuição dos recursos, enquanto a agricultura, geradora de empregos, porém, com menor valor adicionado (inclusive, porque alguns produtos são isentos e outros têm a cobrança diferida), proporcionava peso muito baixo aos municípios essencialmente agrícolas (PINO, 1994).

Corroborava essa afirmação o fato de que, normalmente, pequenos municípios têm poucas indústrias, e se dedicam mais às atividades agropecuárias, nas quais têm sua principal fonte econômica (FRAGA; SOARES; VELASQUEZ, 2018).

Nesse sentido, o critério distributivo funciona como atenuante da capacidade de gasto que cada município tem, pois a sua realidade econômica menos expressiva não possibilitaria que pudesse fazer aplicações em serviços públicos de qualidade, necessário e que viabiliza “a aproximação das receitas *per capita* entre as localidades, hipótese em que o critério redistributivo tem um atributo equalizador” (BARATTO; COSTAMILAN; PRADO, 2007).

Ainda segundo a matéria do jornal **Folha de São Paulo** (1994), tais municípios estavam impossibilitados de ampliar sua atividade econômica agrícola ou industrial. Então, seria justo que todos contribuíssem para o seu desenvolvimento.

As discrepâncias ocorriam devido aos critérios estabelecidos para a distribuição da quota parte do ICMS, repassada pelo estado:

80% pelo VA (diferença entre tudo o que o município vende e o que ele compra), 13% com base na população, 5% pela receita tributária própria de cada município e 2% divididos em partes iguais entre todos (MUNHOZ, 1994).

Esse critério trazia benefícios para os municípios com maior população,

de grande receita própria e industrializados, em detrimento da grande maioria dos municípios paulistas, essencialmente agrícola, que têm pequena participação no índice referente ao valor adicionado, uma vez que os produtos agrícolas são vendidos por 10 vezes e até 20 vezes mais do seu valor de origem, após a industrialização. O valor adicionado beneficiava fortemente os municípios industrializados (MUNHOZ, 1984).

Segundo Baratto, Costamilan e Prado (2007), foi somente a partir da Emenda Constitucional n. 17/80 que

os estados passaram a adotar critérios vinculados a variáveis econômicas, sociais, ambientais e de outra natureza, no mais das vezes, com o propósito de amenizar a inevitável concentração inerente ao critério do VA (BARATTO; COSTAMILAN; PRADO, 2007, p. 119).

Para Marini (2019),

o ICMS traduz o caráter devolutivo por excelência, sendo caráter predominantemente híbrido com traços devolutivos, consolidado na vigência da Constituição de 1988.

A nova lei retirou 4% do VA, que passou de 80% para 76%. Os 4% foram assim distribuídos: 3% com base na área cultivada de cada município, 0,5% tendo em vista a área inundada e 0,5% com base na área intocável de preservação permanente de cada município (PINO, 1994).

Na época, segundo o jornal, 20 municípios conseguiram um aumento acima de 100%, e outros chegaram a mais de 300% por mês. Esperava-se que a Lei n. 8.510 levasse à ampliação das áreas cultivadas, da produção agrícola e da arrecadação global, propiciando melhor qualidade de vida, mais justiça social e diminuição do êxodo rural (MUNHOZ, 1984). De acordo com Pino (1994), com a inclusão desses novos critérios, houve ligeira diminuição da desigualdade na participação percentual *per capita* no ICMS.

Desta forma, o cálculo dos Índices de Participação dos Municípios Paulistas no produto de arrecadação do ICMS, determinados todo ano, na forma e prazo estabelecidos pela SEFAZSP (2013), para aplicação no ano posterior, passaram a seguir os seguintes critérios:

I - 76% (setenta e seis por cento), com base na relação percentual entre o valor adicionado em cada município e o valor total do Estado nos dois exercícios anteriores ao da apuração;

II - 13% (treze por cento), com base no percentual entre a população de cada município e a população total do Estado, de acordo com o último recenseamento geral, realizado pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

III - 5% (cinco por cento), com base no percentual entre o valor da receita tributária própria de cada município e a soma da receita tributária própria de todos os municípios paulistas;

IV - 3% (três por cento), com base no percentual entre a área cultivada de cada município, no ano anterior ao da apuração, e a área cultivada total do estado, levantadas pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento;

V - 0,5% (zero vírgula cinco por cento), com base no percentual entre a área total, no Estado, dos reservatórios de água destinados à geração de energia elétrica e a área desses reservatórios no município, existentes no exercício anterior, levantadas pela Secretaria de Energia;

VI - 0,5% (zero vírgula cinco por cento), em função de espaços territoriais especialmente protegidos existentes em cada município e no Estado, observados os critérios estabelecidos no Anexo desta lei;

VII - 2% (dois por cento), com base no resultado da divisão do valor correspondente a esse percentual pelo número de municípios do Estado existentes em 31 de dezembro do ano anterior ao da apuração.

O Índice de Participação dos Municípios (IPM)

representa um índice percentual, pertencente a cada município, a ser aplicado em 25% do montante da arrecadação do ICMS. É esse índice que permite ao Estado entregar as quotas-partes dos municípios referentes às receitas do ICMS, conforme está previsto na legislação vigente (SEFAZTO, 2021).

Segundo informações de São Paulo (2020b),

os índices de participação dos municípios são apurados anualmente (artigo 3º, da Lei Complementar 63/1990) para aplicação no exercício seguinte, observando os critérios estabelecidos pela Lei Estadual n. 3.201, de 23/12/81, com alterações introduzidas pela Lei Estadual n. 8.510, de 29/12/93.

Pela informação, a distribuição dos recursos é definida por lei estadual, e cada estado deve fazer a sua própria, segundo critérios estabelecidos em lei estadual.

De acordo com a SEFAZSP (2021), o IPM é apurado anualmente para cada um dos 645 municípios do Estado de São Paulo e resulta da aplicação da fórmula que reúne seis variáveis e uma parcela fixa ponderada, visando atender às exigências da Constituição Federal, que prevê que o valor adicionado deve ter peso de no mínimo 75% no critério de repartição, enquanto o restante terá seus critérios fixados por lei estadual.

Para Spinelli e Leal (2015), os indicadores componentes do IPM não são indicadores absolutos, mas sim indicadores relativos em âmbito estadual, revelando o desempenho do Município em relação ao desempenho geral acumulado de todas as demais cidades, assim sendo, não basta o crescimento nominal dos indicadores do Município ano após ano, mas sim, por sua vez crescer em percentual superior ao crescimento dos outros municípios do Estado.

Em 2019, passou a tramitar na Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP) o projeto de Lei n. 855 de 2019, que “Cria o Índice de Qualidade da Educação Municipal - IQEM e altera a redação da Lei n. 3.201, de 1981” (SÃO PAULO, 1981).

A proposta de lei apresentada propõe a criação de um novo índice que teria por base a educação, e para isso altera os diferentes percentuais dos critérios estabelecidos. Tem por justificativa o fato de o Brasil, mesmo aumentando os investimentos em educação, não ter conseguido resultados positivos na área. Entende o proponente que o país tem verbas para investir no setor educacional, mas não dá incentivos corretos para que

se alcancem metas de aprendizado a que se propôs (ALESP, 2019).

Na justificativa do projeto, dá-se como exemplo o estado de Ceará, que premia os bons resultados com educação com uma maior cota de repasse de ICMS aos municípios, apontando evidências de que houve melhora nos índices educacionais como resultado da introdução do critério proposto, segundo o estudo feito (ALESP, 2019).

Como os critérios, bem como as alíquotas correspondentes, são definidos pelos estados, propõe-se uma transição das alíquotas de cada critério, a partir de 2021 até 2025, com foco na melhoria da educação.

Diante de uma nova proposta de distribuição do ICMS, com inclusão de dois novos critérios e alterações nos percentuais de participação, houve preocupação da SAA/SP de que as mudanças sugeridas, caso sejam aprovadas pela Assembleia Legislativa, possam impactar os municípios que têm maior dependência do critério AC, o que motivou o desenvolvimento deste trabalho.

A análise feita incide sobre a parcela de ICMS destinada aos municípios com base na AC, ou seja, 3% do total que compete ao estado distribuir.

O principal objetivo é analisar a relevância do critério AC como carreador de recursos financeiros para os municípios paulistas, e qual o impacto ocorreria na receita municipal ao se alterar o componente relacionado à AC, com o propósito de subsidiar as ações da SAA/SP.

TABELA 1 – Proposta de alteração dos critérios na definição de novas alíquotas do ICMS no estado de São Paulo, 2021 a 2025 (segundo PL n. 855, de 2019)

(%)

Critérios	Exercício				
	2021	2022	2023	2024	2025 em diante
VAF (art.1º, I)	76	75,75	75,50	75,25	75
População (art. 1º, II)	13	9,75	6,50	3,25	0
Receita Tributária Própria (art. 1º, III)	5	3,75	2,50	1,25	0
Área cultivada (art. 1º, IV)	3	2,25	1,50	0,75	0,50
Reservatórios para geração de energia (art. 1º, V)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Áreas especialmente protegidas (art. 1º, VI)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Distribuição igualitária (art. 1º, VII)	2	1,50	1	0,50	0
Qualidade educacional (art. 1º, VIII)	0	5	10	15	20
IDHM (art. 1º, IX)	0	0,13	0,25	0,38	0,50

Fonte: Projeto de Lei n. 855 de 2019 (ALESP, 2019).

2 – METODOLOGIA

Para proceder às análises que permitissem responder sobre o impacto da distribuição do ICMS aos municípios com base na AC, buscaram-se informações nos bancos de dados da SEFAZSP, além de outras instituições, como a Fundação Seade. Por meio de entrevistas com técnicos da Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral (CATI) e da SEFAZSP, e também com um pesquisador do IEA, foram obtidos subsídios sobre o histórico do processo de inclusão da AC.

A análise teve por base as informações elaboradas e disponibilizadas pela SEFAZSP, obtidos na Declaração para o Índice de Participação dos Municípios (DIPAN). Foi utilizado também o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) obtido da Fundação Seade⁵. Esses dados foram sistematizados para subsidiar a análise sobre o impacto da distribuição do ICMS aos municípios, na ótica do Componente de Área Cultivada – para visualizar esses dados no formato BI⁶, ver IEA (2021). O componente de participação, apurado a partir da relação percentual entre a AC de cada município e a AC do estado, tem como fonte de informações levantamento anual feito pela SAA/SP, conforme estabelecido originalmente na Lei n. 8.510. Para atender ao objetivo proposto, as informações disponibilizadas pela SEFAZSP foram sistematizadas na ferramenta Power BI. Ela permite visualizações interativas e recursos de *business intelligence*, que facilitaram a elaboração dos apontamentos de dados, possibilitando ver e

avaliar a realidade dos municípios paulistas em relação às informações da área plantada no ICMS.

Partiu-se dos índices divulgados anualmente pela SEFAZSP que consiste, para cada município, do valor de cada um dos seis componentes e do Índice de Participação. Sua soma perfaz 1 (100%), ou seja, define o percentual de participação na arrecadação que cabe aos municípios. Cada componente é medido em diferentes unidades (reais, pessoas, hectares etc.), que são colocados em escala única, conforme descrito na metodologia de apuração:

O índice percentual de participação de cada município paulista resulta da soma dos índices parciais relativos a cada um dos critérios legais, conforme constam nos itens anteriores, multiplicados pelo respectivo peso de ponderação (SEFAZSP, 2013).

Uma vez divulgado o valor de cada componente, calcula-se a distribuição deste em relação ao total do estado, obtendo o Índice do Componente (Tabela 2, coluna A). Multiplica-se cada Índice do Componente pelo respectivo peso, obtendo o Índice Ponderado (Tabela 2, coluna B). Visto que estes Índices Ponderados somados constituem o Índice de Participação de cada município, e que todos estes índices, por sua vez, somados, representam o valor a ser distribuído naquele ano, os Índices Ponderados podem ser comparados entre si e no conjunto dos municípios, para analisar a importância que cada componente representa na apropriação final do recurso distribuído.

TABELA 2 – Componentes do Índice de Participação dos Municípios segundo a respectiva ponderação

Componente	Índice do Componente (% sobre o total do Estado) (A)	Peso (%)	Índice Ponderado (B)
Valor adicionado (média 2010/2009)	V1	76	V1 * 0,76
População	V2	13	V2 * 0,13
Receita tributária própria	V3	5	V3 * 0,05
Área cultivada (ha)	V4	3	V4 * 0,03
Área inundada (km ²)	V5	0,5	V5 * 0,005
Área protegida (índice)	V6	0,5	V6 * 0,005
Componente fixo	V7	2	V7 * 0,02
Índice de participação	-	100	SOMA (C)

Fonte: Elaborada pelos autores com informações da Secretaria da Fazenda e Planejamento (SEFAZSP, 2013).

⁵De acordo com PNUD, IPEA, FJP e IBGE, citados por SEADE (2021).

⁶A ferramenta Power BI permite visualizações interativas e facilita a visualização de grande massa de dados, como é o caso deste estudo que compila diversas variáveis para os 645 municípios paulistas.

A partir daí, buscou-se comparar o Índice Ponderado AC com o IPM e com o Índice Ponderado do VA, que possui ponderação mais alta (76%), de forma a classificar os municípios segundo a relevância do indicador, tanto na comparação intramunicípio, quanto na dimensão estadual. A hipótese levantada foi: quando o resultado da AC for maior ou igual ao do VA, fica demonstrada a relevância desse critério para levar recursos ao município.

O Índice de Participação é calculado pela SEFAZSP com os dados de dois anos de antecedência em relação ao efetivo rateio dos valores pelos municípios. Assim, a quota-parte de ICMS de determinado exercício foi associada ao ano de referência utilizado no estudo (IPM) (Tabela 3).

TABELA 3 – Quota parte do ICMS, associado ao Índice de Participação Municipal, 2014 a 2019

IPM	Quota parte
2018	2020
2017	2019
2016	2018
2015	2017
2014	2016

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações da Secretaria da Fazenda e Planejamento (SEFAZSP, 2020b)

Inicialmente, para o segmento dos últimos cinco anos do período analisado (2014 a 2018), foram selecionados os municípios que apresentaram o componente ponderado AC maior ou igual ao VA, sendo tratados em bloco na análise.

Finalmente, calculou-se para 2018 a razão entre o componente ponderado AC/componente ponderado VA, para classificar os municípios, de acordo com essa proporção, em seis faixas: a) sem área cultivada; b) acima de 0 a menos de 0,25; c) acima de 0,25 a menos de 0,50; d) acima de 0,50 a menos de 0,75; e) acima de 0,75 a menos de 1; e f) igual ou maior de 1. A escolha do VA se deu por ser o componente que mais contribui com o índice (76%). Devido à variação dos valores e, portanto, da distribuição dos municípios dentro das faixas a cada ano, decidiu-se não utilizar todos os anos (2014 a 2018) para análise, optando-se pelo recorte do mais recente, 2018.

3 – RESULTADOS

Inicialmente, com base nos dados da SEFAZSP, foram selecionados aqueles municípios onde o produto de arrecadação do ICMS, com base na área plantada, fosse maior ou igual ao produto de arrecadação do ICMS com base no VA.

Foi possível mostrar que em 2000, para 142 municípios (22% do total de municípios do estado), a participação no ICMS, com base na AC (peso 3%), era igual ou maior do que com base no VA (peso 76%). Ou seja, o recurso destinado a esses municípios, em função da AC, mostrou-se fundamental. Já em 2018, encontravam-se nessa situação apenas 51 municípios, sendo que 8 deles não estavam entre os 142 da lista de 2000.

Esse movimento sugere uma tendência no sentido de redução da quantidade de municípios (91 municípios, ou -64%) cuja receita com base na AC é maior ou igual àquele com base no VA. Observa-se que a importância relativa resultante entre os critérios de distribuição pode se alterar de forma contrária à tendência, caso dos oito municípios acima mencionados.

Nas figuras 1 e 2, é apresentada a localização dos municípios que tiveram componentes ponderados de AC maior ou igual ao do VA, nos anos 2000 e 2018⁷. A intensidade da cor, do claro ao escuro, representa de forma crescente a importância do componente AC.

A partir dos dados levantados na SEFAZSP (2020b) e cruzando-os com o IDHM (FUNDAÇÃO SEADE, 2021), pode-se observar que os municípios do grupo analisado, em 2018, estão mais concentrados no Vale do Ribeira, região menos desenvolvida e com número elevado de municípios com menor IDHM e menor PIB do estado, e Pontal do Paranapanema, região de muitos assentamentos e área de pasto, com concentração da produção agropecuária (FUNDAÇÃO SEADE, 2021; SDE, 2019). Outra região que tem um maior número de municípios para os quais a área plantada é importante em relação à distribuição do ICMS é o Vale do Paraíba, que, apesar de não ser em sua maior parte uma região pobre, tem destaque para quatro municípios em que o item é importante pelas suas características agrícolas.

⁷Para a consulta desses dados, ver IEA (2021).

ÍND. PARTICIPAÇÃO

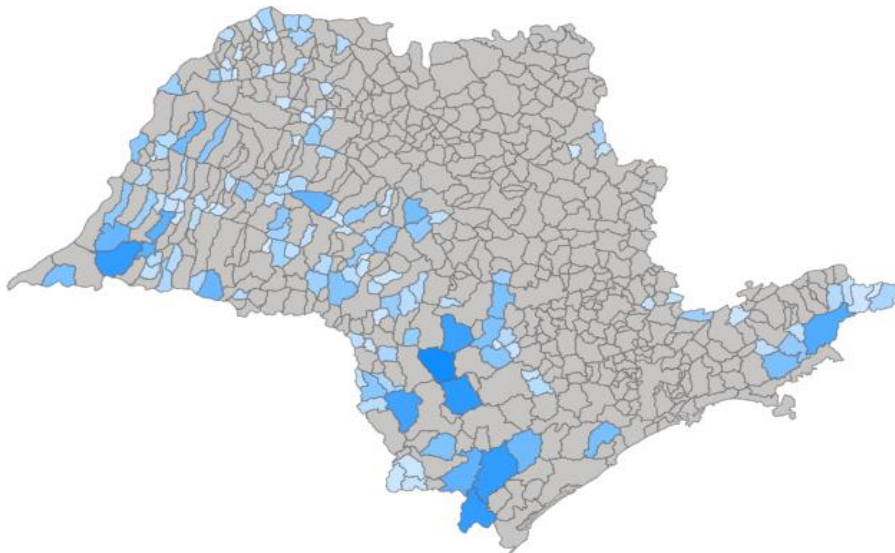


Figura 1 – Seleção de 142 municípios que em 2000 tiveram componentes ponderados de Área Cultivada maior ou igual ao Valor Adicionado, Índice de Participação dos Municípios, 2000.
Fonte: Fundação Seade (2021).

ÍND. PARTICIPAÇÃO

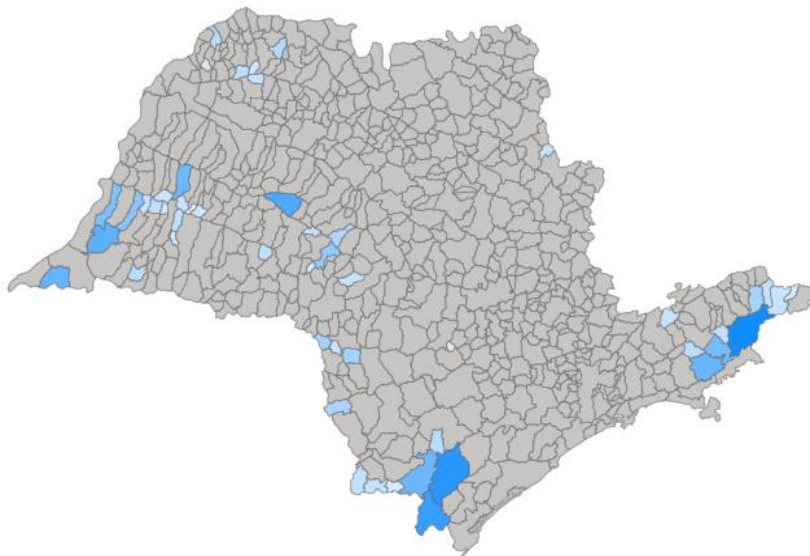


Figura 2 – Seleção de 51 municípios que em 2018 tiveram componentes ponderados de Área Cultivada maior ou igual ao Valor Adicionado, Índice de Participação dos Municípios, 2018.
Fonte: Fundação Seade (2021).

Essa constatação pode mostrar que, para os municípios com menor PIB, o percentual de 3% referente ao critério AC, para distribuição do ICMS, é significativo como fonte de receita, apesar de não se ter essa relação em todas as cidades destas regiões.

Essa constatação pode mostrar que, para os municípios com menor PIB, o percentual de 3% referente ao critério AC, para distribuição do ICMS, é significativo como fonte de receita, apesar de não se ter essa relação em todas as cidades destas regiões.

No *ranking* do IDHM (FUNDAÇÃO SEADE, 2021), pode-se observar que tais municípios têm classificação desfavorável, entre o total dos 645 do estado de São Paulo, localizando-se entre a posição 540 até a 644, ou seja, entre os piores IDHMs paulistas.

A figura 3 confirma a tendência decrescente da importância do componente AC frente ao VA, nos últimos 18 anos, apesar das oscilações apresentadas.

A análise dos últimos cinco anos, 2014 a 2018, mostrou que 70 municípios, 10,9% do total dos municípios paulistas, apresentaram, em um ou mais anos, índice de participação na distribuição do ICMS com base na AC (peso 3%) superior ou igual àquela proveniente do VA (peso 76%).

A partir dos componentes ponderados do índice desses 70 municípios analisados no seu conjunto, revela-se que o comportamento dos resultados de participação dos componentes pouco se altera nesses anos, sendo que, em 2018, a AC desses municípios representava 9,8% do total desse componente no estado. A área de proteção, 15,9% e a área inundada, 5,0%. A população representava 0,8%, o VA, 0,3% e a receita própria, 0,1% (Figura 4).

A legislação define, conforme já visto, o peso dos componentes do índice de participação dos municípios, determinando a distribuição do ICMS entre os mesmos, criando arranjos distintos, de um para o outro. Os municípios em análise mostram uma participação diversa, quando comparado ao total do estado, relativamente aos diferentes componentes, pesos para a distribuição.

O resultado da participação desse conjunto de municípios é menor nos casos: do VA (24% frente a 76%); da receita tributária própria (0,6% frente a 5%) e com relação à população (11% frente

a 13%) (Figura 5). Por outro lado, os resultados obtidos da participação, para os demais componentes, são maiores: da AC (30% frente a 3%); do componente fixo (22,4% frente a 2%); da área de proteção ambiental (8,2% frente a 0,5%); e da área inundada (2,6% frente a 0,5%) (Figura 5).

É importante destacar que mesmo com pesos muito distintos, para esse conjunto de municípios, o resultado com base na AC carrega mais recursos aos municípios (5% mais, neste caso) do que o VA.

Em termos de valores, considerando-se a quota parte do ICMS, percebe-se que estes municípios receberam 1% do valor total destinado aos municípios – R\$182.740.445,34 dos R\$18.841.071.673,45 –, distribuídos até primeira semana de setembro de 2020.

A figura 6 mostra que o conjunto dos 70 municípios, 10,8% com relação ao total do estado, receberam 0,97% do ICMS distribuído, detinham 0,77% da população e 7,05% da população rural.

Analisando-se apenas o ano de 2018 (que incidiu na quota-parte de ICMS de 2020), segundo proporção da razão AC/VA, percebe-se que 51 municípios (7,91% do total) apresentam razão maior ou igual a 1. Eles receberam R\$131,6 milhões de quota-parte, que corresponde a 0,7% do total. A faixa seguinte, razão de 0,75 a 1, corresponde a 44 municípios (6,82%) com R\$112,9 milhões do ICMS (0,6%) (Figura 7)

No outro extremo, com menor proporção, a faixa sem AC possui nove municípios (1,40%) que receberam R\$1,3 bilhão do ICMS (6,9%), e na faixa de 0 a 0,25 há 306 municípios (47,44%) com R\$16,06 bilhões (85,24%).

Ou seja, são 95 municípios, faixas “e” e “f” (14,7% do total) que apresentam proporção importante do componente ponderado AC em relação ao componente VA – e aos demais componentes – e receberam 0,13% do ICMS, reforçando a perspectiva de que para esses municípios a AC representa item importante na composição do índice de participação e, portanto, dos valores correspondentes recebidos (Figura 7 e tabela 4).

Essa diferença significativa no volume de recursos auferidos, além do peso que os componentes têm para os municípios, decorre ainda de características próprias diversas: atividades econômicas (como indústria e comércio), população, e presença de área inundada e de área protegida, com maior representatividade para estes.



Figura 3 – Municípios cujo componente ponderado Área Cultivada é maior ou igual ao Valor Adicionado, estado de São Paulo, 2000 a 2018.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do DIPAM - Assistência Fiscal do Índice de Participação dos Municípios (SEFAZSP, 2020a) e IDHMs (FUNDAÇÃO SEADE, 2021).

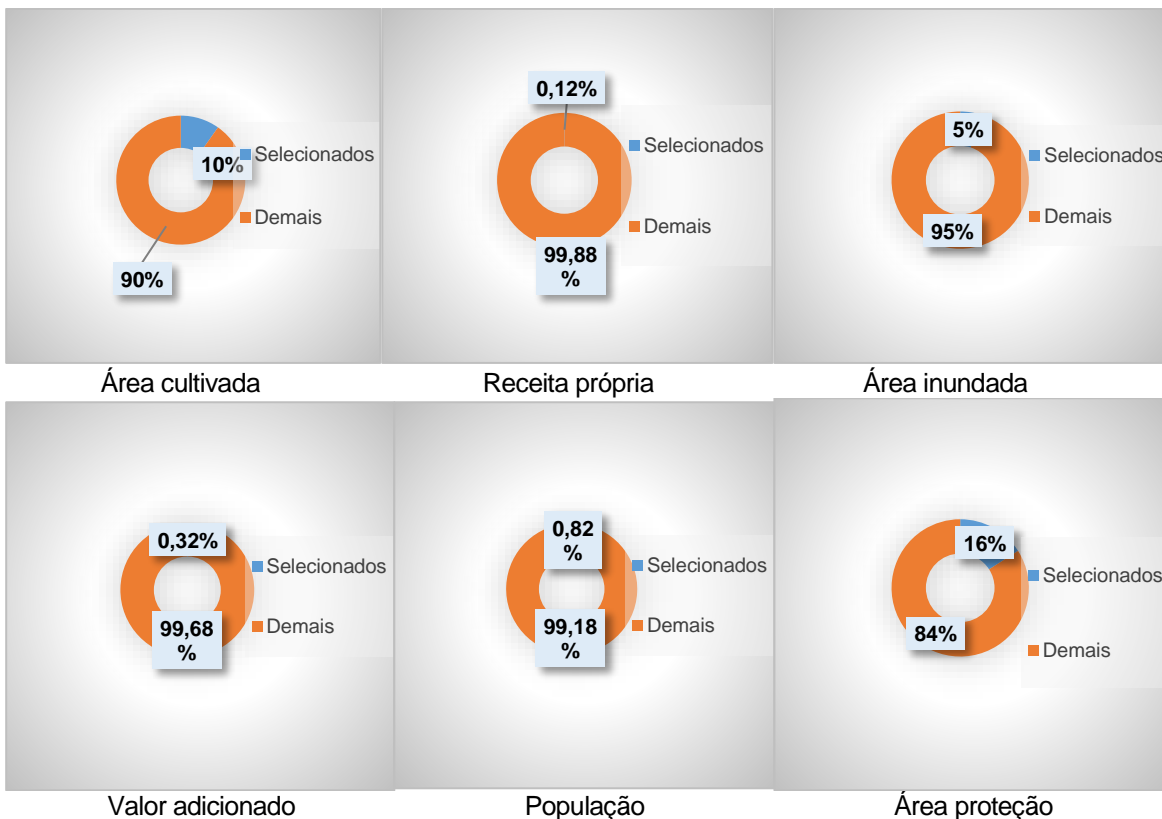


Figura 4 – Componentes ponderados – municípios com Área Cultivada maior ou igual ao Valor Adicionado, estado de São Paulo, 2018.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do DIPAM - Assistência Fiscal do Índice de Participação dos Municípios (SEFAZSP, 2020a)

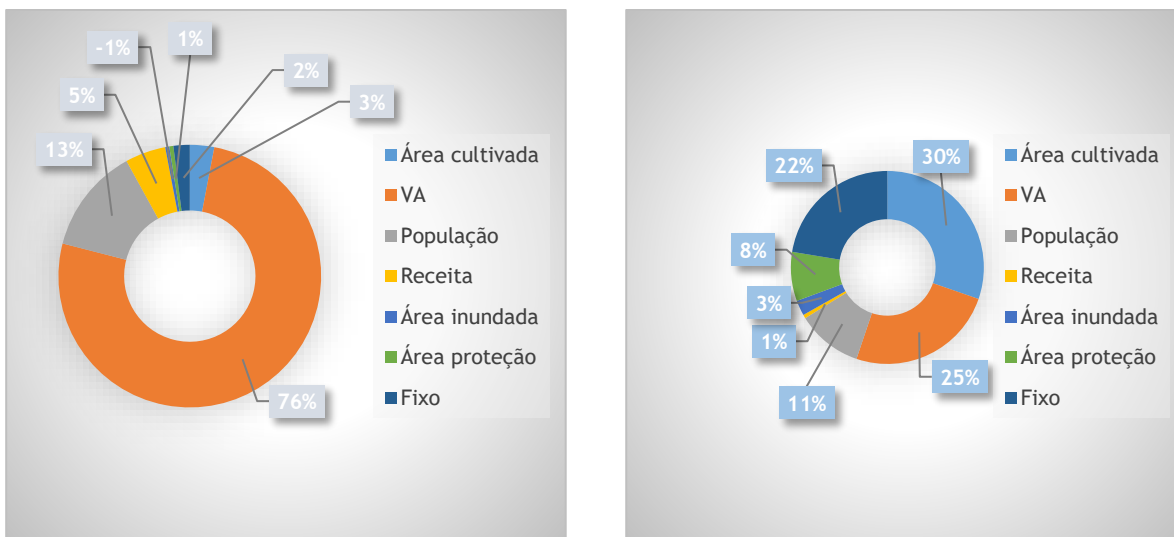


Figura 5 – Componentes para apuração de distribuição do índice de participação dos municípios, segundo a totalidade dos municípios e daqueles com componente Área Cultivada maior que Valor Adicionado, 2018.
 Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do DIPAM - Assistência Fiscal do Índice de Participação dos Municípios (SEFAZSP, 2020b).

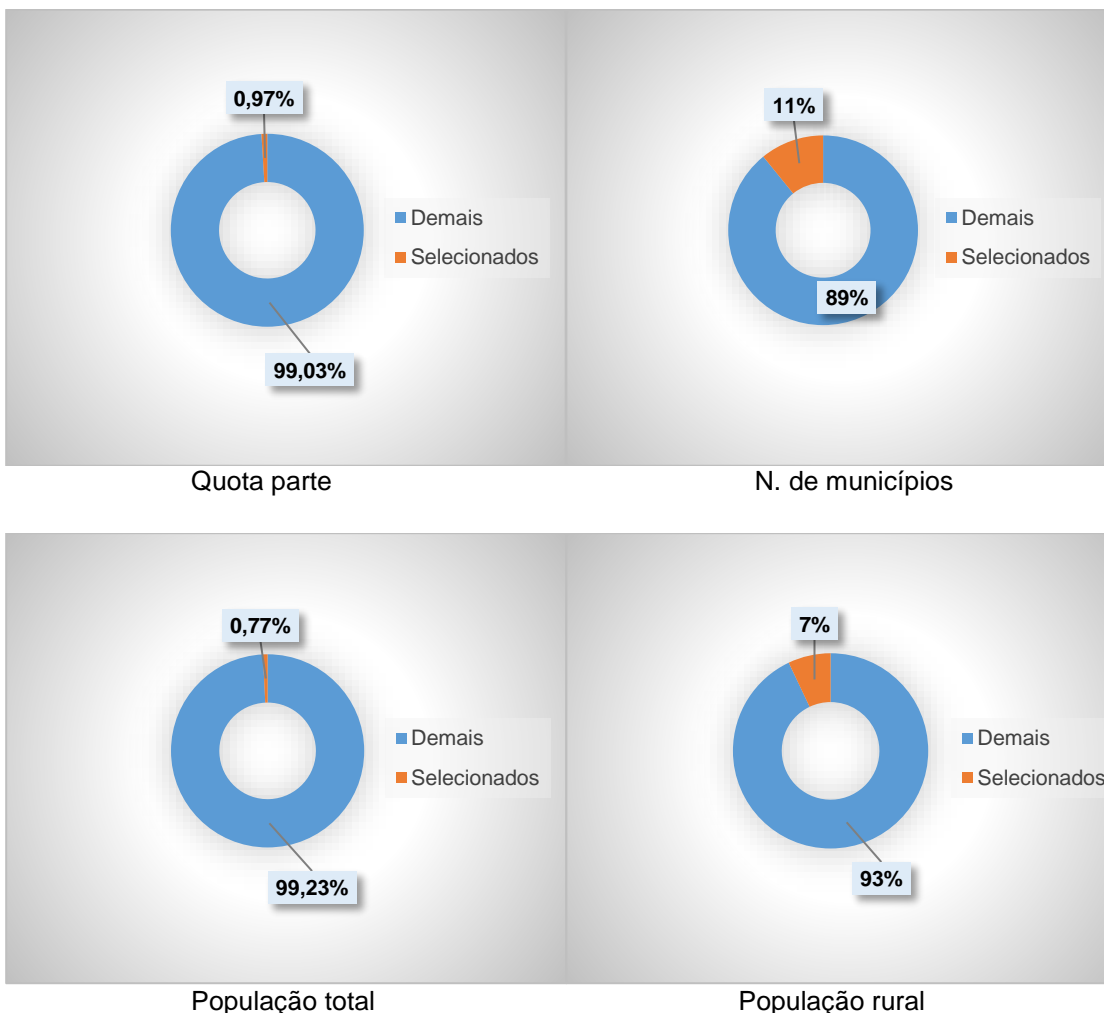


Figura 6 – Indicadores dos municípios com Área Cultivada maior ou igual ao Valor Adicionado, Estado de São Paulo, 2018.
 Fonte: SEFAZSP (2020b).

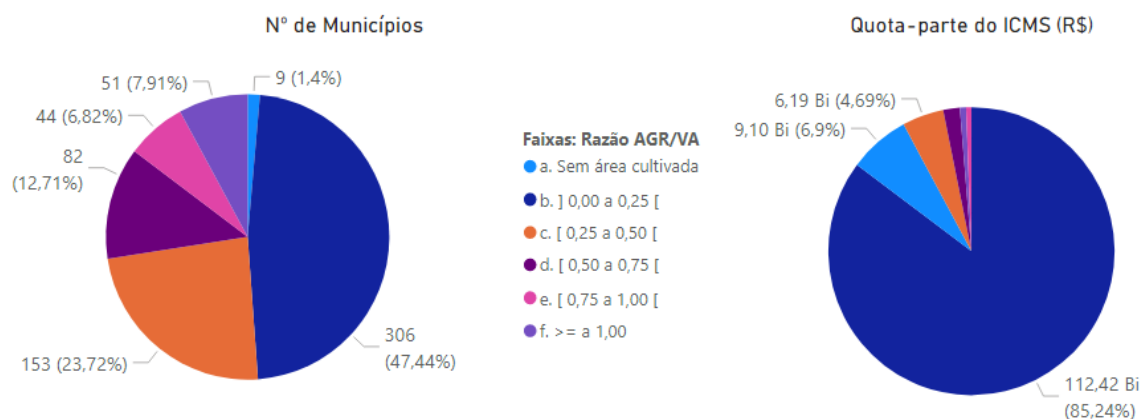


Figura 7 – Distribuição dos municípios e da quota-parte do ICMS de acordo com faixas de proporção da razão Área Cultivada / Valor Adicionado, 2018. Fonte: SEFAZSP (2020b).

TABELA 4 – Municípios segundo faixas de proporção da razão dos componentes ponderados Área Cultivada/Valor Adicionado, 2018

Razão AC/VA Faixas	Municípios	Part. %	QMP ICMS ¹	Part. %	Grau de urbanização (%)
a. Sem área cultivada	9	1,40	1.299.415.385,55	6,90	100,00
b.] 0,00 a 0,25 [	306	47,44	16.059.642.360,42	85,24	97,25
c. [0,25 a 0,50 [	153	23,72	883.774.522,08	4,69	86,13
d. [0,50 a 0,75 [	82	12,71	353.702.537,92	1,88	81,40
e. [0,75 a 1,00 [	44	6,82	112.939.367,54	0,60	79,48
f. >= a 1,00	51	7,91	131.597.499,94	0,70	66,21
Total	645	100,00	18.841.071.673,45	100,00	96,42

¹Quota parte municipal do ICMS.

FONTE: Elaborada pelos autores a partir de SEFAZSP (2020b).

Os municípios que recebem um percentual maior de recursos relacionados à AC, na sua maioria tem menor PIB e economia mais voltada à produção agrícola, apontando que para estes a incorporação do componente AC foi fundamental para obter maior volume de recursos, objetivo da alteração proposta em 1993.

Avaliando-se o grau de urbanização dos municípios agregados segundo a razão AC/VA, vê-se que quanto maior a proporção, menor o grau de urbanização. Nos dois segmentos com maior proporção (acima de 0,75), a urbanização fica bem abaixo do valor estadual (96,42%), sendo 66,21% na faixa maior ou igual a 1 e 79,48% na faixa de 0,75 a 1 (Tabela 4).

Buscando-se compreender o movimento dos municípios, relativamente à importância da distribuição do ICMS com base na AC frente ao

VA (componentes ponderados – municípios com AC maior ou igual ao VA), entre 2000 e 2018, correlacionou-se a taxa de urbanização e população rural, além da evolução da área plantada.

Uma hipótese considerada foi: o aumento do VA cresce quando a população urbana aumenta, bem como a taxa de urbanização, o que não foi observado.

Outra hipótese foi: a evolução da área plantada (aumento ou diminuição) indicaria maior ou menor importância do resultado deste componente, o que não se verificou.

Tendo em conta tais circunstâncias, há pontos que podem ser considerados para fortalecer o índice de participação com relação à AC. Spinelli e Leal (2015) defendem que o município que tem “vocação agrícola ou tendência de expansão da Área Cultivada” deve revisar com frequência o local

do cadastro de áreas de plantio para obter com a SEFAZSP o valor correto da AC a fim de que a variável seja aplicada acertadamente, ou seja, deve focar em estatísticas corretas e atualizadas.

Isso é viável com a sensibilização de produtores para que percebam que a atualização da área trará benefícios ao município. As prefeituras também podem fazer avaliação periódica dos produtores rurais para detectar mudanças.

Essa atualização normalmente era feita pelos técnicos da CATI, de cerca de 20% por ano. A última gestão da SAA/SP não fez a atualização, que precisa ser retomada para atender as necessidades de atualização da arrecadação dos municípios agrícolas.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste estudo foi analisar a relevância do critério AC como carreador de recursos financeiros para os municípios paulistas, e qual o impacto ocorreria na receita municipal com a exclusão deste componente, como proposto no projeto de lei já citado, em tramitação na ALESP, para subsidiar as ações da SAA/SP. Ou seja, buscou-se tornar visível a relevância do resultado financeiro do critério AC, para evidenciar as possíveis consequências das alterações neste componente.

Os resultados obtidos e analisados não permitiram concluir se havia um ou mais fatores, entre os considerados para a distribuição do ICMS aos municípios, que explicasse de forma consistente as alterações na importância relativa dos produtos de arrecadação.

Uma das questões importantes (SPINELLI; LEAL, 2015) é a dificuldade que as prefeituras paulistas têm em compreenderem que há alternativas que lhes permitiriam “interferir positivamente no cálculo do seu índice de participação”, e que isso muitas vezes tem sido o fator responsável pelo município não receber parcela significativa de recursos financeiros que seriam essenciais para garantir uma melhora no “funcionamento da estrutura de serviços públicos locais”.

Spinelli e Leal (2015) acreditam que, se o gestor municipal tivesse maior ciência das alternativas, poderia agir para conseguir um incremento

na arrecadação, interferindo nas variáveis importantes que compõem o seu índice de participação.

A principal conclusão, com base nas informações obtidas, é que o componente AC, mesmo representando um peso menor (3%), tem perdido sua importância entre os municípios ao longo do tempo. No entanto, é fundamental para diversos, sendo atualmente essencial para 51 deles, localizados em regiões mais pobres do estado, com baixo índice de IDHM.

A proposta de mudança da lei atual, colocada pelo Projeto de Lei n. 855, de 2019, no caso do componente AC, deveria ser mais bem estudada e justificada, antes de ser votada. Entretanto, se aprovada na ALESP, vê-se a possibilidade de se avaliar a viabilidade de associar essa distribuição aos critérios do Programa Município Agro, que faz parte do

Sistema Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável - Cidadania no Campo que é uma parceria entre a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e as prefeituras municipais, que tem como meta estimular a implementação e o desenvolvimento de ações para fortalecer a gestão do território rural local ou a critérios aderentes às características de cada município (SÃO PAULO, 2020).

O programa tem o objetivo de premiar os municípios paulistas com melhor desempenho no desenvolvimento rural sustentável, de acordo com parâmetros técnicos de boas práticas (SÃO PAULO, 2020).

Cabe observar que no critério AC são consideradas as várias safras das culturas não perenes e as áreas de pastagens, dando uma dimensão mais real da produção⁸.

No entanto, há uma distorção na utilização do cálculo da área, pois a dinâmica da produção agrícola se alterou significativamente nas últimas décadas com a introdução de novas tecnologias que aumentaram a produtividade com a utilização de áreas menores para uma produção igual ou maior, o que deve ter levado a redução do número de municípios que se beneficiam com o critério AC. O mesmo ocorre com a produção de gado, que teve redução de área de pastagem por conta da ampliação de confinamentos, levando à redução da área utilizada e alterando a realidade da produção do município.

⁸A área cultivada não está limitada à área do território, visto que podem ocorrer mais de uma safra.

Para tornar o critério mais aderente à realidade agrícola do estado, poder-se-ia pensar em agregar mais uma variável ao critério AC para criação de um índice mais realista que ressaltasse a importância da atividade agrícola paulista, o que traria mais benefícios aos municípios.

Como possibilidade de outras variáveis a serem acrescentadas na determinação do critério de AC, buscando uma distribuição mais aderente às peculiaridades dos municípios, podem ser consideradas: a característica dos produtores, produtos cultivados, intensidade de uso da mão de obra, nível de emprego no agro, sustentabilidade dos cultivos, entre outros.

Interessante observar a experiência do Paraná, o qual tem uma distribuição diferenciada de outras unidades da federação, sendo o que mais deu relevância aos parâmetros rurais na composição do IPM (NYCHAI; DRUCIAK, 2017), provavelmente pela importância do agronegócio para o estado (OLIVEIRA, KURESKI; SANTOS, 2020). Na composição desse índice, foram considerados 8% da produção rural, 6% da população rural, 2% das propriedades rurais, num total de 16% do IPM (NYCHAI; DRUCIAK, 2017).

Outro exemplo é o estado do Rio Grande do Sul, que utiliza sete critérios para compor o IPM, desde a Lei n. 11.038 de 14/11/1997, dentre os quais há dois critérios voltados para a questão agrícola: número de propriedades rurais e produtividade primária (MARINI, 2019).

Um trabalho de conscientização nas prefeituras sobre a importância desse item na arrecadação do imposto seria uma ação possível da SAA/SP, por meio da CATI, que atua na assistên-

cia técnica e extensão rural diretamente no município, para que houvesse incentivo de revisão permanente das áreas agricultáveis, possibilitando obter aumento dos recursos, auferidos a partir do critério AC.

Independentemente dos possíveis aperfeiçoamentos para a distribuição do ICMS, é preocupante a situação daqueles municípios com piores condições financeiras e de infraestrutura, na medida em que essas restrições podem dificultar a obtenção de bons resultados, segundo os critérios do município agro ou outros, o que poderia acarretar uma redução nos recursos a receber. Nestes casos, vê-se que é fundamental manter, pelo menos, o que antes se arrecadava com o critério da AC, evitando um ciclo vicioso.

Avalia-se que um aprofundamento da análise de alteração dos pesos e critérios de distribuição, de acordo com o projeto de lei, requer a elaboração de futuros estudos que pudessem mostrar como e quanto os municípios teriam ganhado ou perdido se o critério proposto já estivesse em vigor no passado recente – cinco anos, por exemplo.

Cabe ressaltar, ainda, que alterações relacionadas à participação dos municípios no ICMS deveriam exigir a elaboração de estudos técnicos prévios, contendo simulações dos possíveis cenários resultantes, visto que, segundo técnicos da SEFAZSP, não é de competência dessa secretaria propor ou avaliar mudanças no peso dos critérios. Esses estudos devem ser apresentados na ALESP para fundamentar a proposta de modificação que, se aprovada, será colocada em prática pela SEFAZSP.

LITERATURA CITADA

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Projeto de Lei n° 855, de 2019**. Cria o Índice de Qualidade da Educação Municipal - IQEM e altera a redação da Lei n° 3.201, de 23 de dezembro de 1981, que dispõe sobre a parcela pertencente aos municípios do produto da arrecadação do imposto de Circulação de Mercadorias. São Paulo: ALESP, 2019. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/proposutura/?id=1000278839#:~:text=Cria%20o%20%C3%8Dndice%20de%20Qualidade,Imposto%20de%20Circula%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mercadorias>. Acesso em: jul. 2022.

BARATTO, G.; COSTAMILAN, P. M. B.; PRADO, S. TRANSFERÊNCIAS INTERGOVERNAMENTAIS NA FEDERAÇÃO BRASILEIRA: Avaliação e alternativas de reforma. *In: FÓRUM FISCAL DOS ESTADOS BRASILEIROS*, 2007, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: ForumFED, 2007. v. 2, 85 p. Disponível em: http://www.forumfed.org/libdocs/2009/FFEB_Transferencias_Brasil_ICMS.pdf. Acesso em: 24 jul. 2022.

BRASIL. Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996. Dispõe sobre o imposto dos Estados e do Distrito Federal sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, e dá outras providências. (LEI KANDIR). **Congresso Nacional**: Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp87.htm. Acesso em: 26 jan. 2021.

ESCOLA FAZENDÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **A participação dos municípios na arrecadação do ICMS – apuração do índice de participação**. São Paulo: FAZESP, fev. 2013. Disponível em: <https://portal.fazenda.sp.gov.br/servicos/dipam/Downloads/Apura%C3%A7%C3%A3o%20do%20%C3%ADndice%20de%20Participa%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Munic%C3%ADpios%202013.pdf>. Acesso em: jul. 2022.

FRAGA, L. C. da S. de; SOARES, C. S.; VELASQUEZ, M. D. P. O comportamento da receita pública e a produção rural: análise comparativa em um município de pequeno porte do Rio Grande do Sul. In: Congresso UFSC de Controladoria e Finanças, 8., 2018, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2018. 17 p. Disponível em: <http://ccn-ufsc-cdn.s3-website-us-west-2.amazonaws.com/8CCF/20180507230500.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Informações dos Municípios Paulistas**. São Paulo: SEADE, 2021. Disponível em: <http://www.imp.seade.gov.br/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **O critério da área cultivada e a participação dos municípios no ICMS Paulista**. São Paulo: IEA, 2021. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjEyNDYjNmUtMTc3OS00YzVILWl4MGEtODFkYzZjNGQ1ZDZiIiwidCI6IjZlZmU4MzFjLTA1MTItNDE5NS04ZWZkLTU5ODIyY2M1YTkyMiJ9>. Acesso em: jul. 2022.

MARINI, M. A. **O componente distributivo da cota-parte do ICMS como condicionante na gestão municipal**. 2019. 84 f. Tese (Especialização em Administração Pública Contemporânea) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/212540>. Acesso em: 24 jul. 2022.

MUNHOZ, J. A. B. ICMS mais justo, um exemplo para o Brasil. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 8 mar. 1994. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1994/3/08/dinheiro/3.html>. Acesso em: 4 fev. 2021.

NYCHAI, L. E.; DRUCIAK, F. P. Territorialidade rural e repartição do ICMS: o caso do Estado do Paraná. **Confins**, São Paulo, n. 33, 2017. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/12647>. Acesso em: 19 jul. 2022.

OLIVEIRA, J. A de; KURESKI, R.; SANTOS, M. A. dos. PIB do Agronegócio no Paraná. **Nota Técnica Ipardes**, Curitiba, n. 25, 2020. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2021-03/Nota_Tecnica_25.pdf. Acesso em: 20 jul. 2022.

PINO, F. A. Área Cultivada e ICMS. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, n. 3, mar. 1999. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/1999/tec1-0399.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2021.

PINO, F. A. Participação dos municípios paulistas no ICMS. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 5, maio 1994. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftpiea/tec1-0594.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 3.201, de 23 de dezembro de 1981. Dispõe sobre a parcela, pertencente aos municípios, do produto da arrecadação do Imposto de Circulação de Mercadorias. **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**. São Paulo, dez. 1981. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1981/lei-3201-23.12.1981.html>. Acesso em: 5 fev. 2021.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 8.510, de 29 de dezembro de 1993. Altera a Lei nº 3.201, de 23 de dezembro de 1981, que dispõe sobre a parcela, pertencente aos municípios, do produto da arrecadação do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS. **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**, São Paulo, dez. 1993. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1981/lei-3201-23.12.1981.html>. Acesso em: 8 fev. 2021.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cidadania no Campo – Município Agro. São Paulo: SAA, 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.sp.gov.br/programas-e-projetos/cidadania-no-campo-municipio-agro/>. Acesso em: 26 jan. 2021.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Diagnóstico do Estado de São Paulo e suas regiões**. São Paulo: SDE, mar. 2019. Disponível em: <https://www.desenvolvimentoeconomico.sp.gov.br/Content/uploads/Boletim%20diagnostico%20SP.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **A participação dos Municípios na arrecadação do ICMS: apuração do índice de participação**. São Paulo: SEFAZSP, fev. 2013. Disponível em: <https://portal.fazenda.sp.gov.br/servicos/dipam/Downloads/Apura%C3%A7%C3%A3o%20do%20C3%8Dndice%20de%20Participa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2020.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Consulta de índices**. São Paulo: SEFAZSP, 2020a. Disponível em: <https://www10.fazenda.sp.gov.br/DIPAM/ConsultaIndice/DipamFiltroConsultaIndice.aspx>. Acesso em: 7 ago. 2020.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índices de participação dos 645 municípios paulistas para 2021 estão disponíveis para consulta**. São Paulo: SEFAZSP, dez. 2020b. Disponível em: SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. <https://portal.fazenda.sp.gov.br/Noticias/Paginas/%C3%8Dndices-de-participa%C3%A7%C3%A3o-dos-645-munic%C3%ADpios-paulistas-para-2021-est%C3%A3o-dispon%C3%ADveis-para-consulta.aspx>. Acesso em: 20 maio 2021.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **O que é e como é investido o ICMS**. São Paulo: SEFAZSP, 2021. Disponível em: <https://portal.fazenda.sp.gov.br/Noticias/Paginas/O-que-%C3%A9-e-como-%C3%A9-investido-o-ICMS.aspx>. Acesso em: 8 fev. 2021.

SPINELLI, M. P.; LEAL, R. M. Receitas municipais de transferências governamentais: estudo das alternativas do gestor municipal para interferir no repasse de recursos do ICMS do Estado de São Paulo. **Revista da AGU**, Brasília, n. 1, p. 147-168, jan./mar. 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/34561038/Receitas_Municipais_De_Transferencias_Governamentais_Estudo_Das_Alternativas_Do_Gestor_Municipal_Para_Interferir_No_Repasse_De_Recursos_Do_ICMS_Do_Estado_De_Sao_Paulo. Acesso em: 1 set. 2021.

TOCANTINS (Estado). Secretaria da Fazenda de Tocantins. **Índice de Participação dos Municípios**. Tocantins: Secretaria da Fazenda de Tocantins, 2021. Disponível em: http://www.sefaz2.to.gov.br/IPM/IPM_2007/ManualIPM2007.htm#:~:text=Constitucionalmente%2C%20os%20munic%C3%ADpios%20t%C3%AAm%20direito,que%20dispuser%20a%20Lei%20Estadual. Acesso em: 4 fev. 2021.

O CRITÉRIO DA ÁREA CULTIVADA E A PARTICIPAÇÃO DOS MUNICÍPIOS NO ICMS PAULISTA

RESUMO: Os critérios para apropriação do ICMS pelos municípios paulistas foram colocados em discussão pelo Projeto de Lei n. 855, que tramita na Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, especialmente com relação ao critério Área Cultivada. Nesse sentido, objetiva-se analisar a importância desse critério como carreador de recursos financeiros para os municípios paulistas e o impacto na receita municipal, caso seja retirado. Analisa-se a parcela destinada aos municípios com base na Área Cultivada. O estudo observou que o critério Área Cultivada perdeu sua importância, mas é fundamental para alguns municípios e essencial para 51 de regiões mais pobres do estado.

Palavras-chave: ICMS, área cultivada, estado de São Paulo, Projeto de Lei n.855.

THE CULTIVATED AREA CRITERION AND THE MUNICIPALITIES' PARTICIPATION IN THE SÃO PAULO STATE ICMS

ABSTRACT: The municipalities for the Legislative Assembly were appropriated under discussion by the Paulo Legislative Bill, especially in relation to the criterion of Cultivated Area. In this sense, the objective is the importance of this criterion as the municipalities that generate financial resources for the São Paulo revenue and the impact on the municipality, if it is revoked. The portion destined to the municipalities is analyzed based on the Cultivated Area. The study observed that the cultivated area has lost its importance, but it is fundamental for some municipalities and essential for 51 poorer regions of the state.

Key-words: ICMS, cultivated area, state of São Paulo, bill n.855.

Recebido em 25/05/2021. Liberado para publicação em 09/08/2022.

COMO CITAR

FRANCA, T. J. F.; HIRIART, M. M. M.; SILVA, R. O. P. e. O critério da área cultivada e a participação dos municípios no ICMS paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 53, p. 1-16, eie042021, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56468/1678-832X.eie0421.2023>

ANÁLISE DE RISCO DO INVESTIMENTO EM GUANDU COMO SUPLEMENTO VOLUMOSO PARA BOVINOS DE CORTE A PASTO¹

Oscar Tupy²
Patrícia Perondi Anção Oliveira³
Sérgio Novita Esteves⁴
Rodolfo Godoy⁵

1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, várias pesquisas foram conduzidas com resultados que evidenciam as qualidades do guandu como alimento para bovinos na época da seca. Ele também é conhecido como feijão-guandu, guando, andu, ervilha-de-pombo, ervilha-de-angola, ervilha-do-congo, anduzeiro, guan-deiro ou feijão-de-arvore (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). Novas variedades mais produtivas foram lançadas (GODOY et al., 2005) e ensaios de campo foram conduzidos empregando o guandu para pastoreio, como suplemento volumoso para animais em confinamento combinado com silagem de milho e como banco de proteína (OLIVEIRA; MATTA; GODOY, 2017; SAMPAIO, 2007). A estacionalidade que caracteriza a produção de pastagens tropicais (baixa produção na estação seca e elevada produção na estação das águas) é uma barreira que só pode ser resolvida com tecnologias que forneçam alimento aos animais na época seca do ano, associada a um menor custo de produção, como o banco de proteína ou o consórcio de pastagens com guandu, e outras de maior custo de produção, como fenos, silagens, cana-de-açúcar + ureia e irrigação. Todas devem inevitavelmente ser analisadas, e os preços da arroba do boi e os do leite devem sustentá-las (respectivamente no caso da pecuária bovina de corte e da pecuária bovina de leite.

No caso do guandu, especificamente, desde a década de 1960 se enaltecem as qualidades dele como forragem de excelência para a época da seca, sem que, entretanto, a mesma seja de uso corrente na pecuária brasileira. De

acordo com Jardim (1976), o guandu é uma leguminosa de porte ereto, boa como adubo verde e como planta forrageira. Por sua capacidade de se produzir em solos pobres e em condições um tanto adversas de clima, recebeu a denominação de “zebu das leguminosas”. O guandu é bem adaptado aos climas tropicais e subtropicais, graças ao seu vigoroso sistema radicular, e suporta bem secas prolongadas. Todavia, não tolera clima frio ou geadas. Como adubo verde, o guandu enriquece o solo em nitrogênio e melhora as suas condições químicas e físicas, pela incorporação de grande massa orgânica e pela mobilização de nutrientes por meio de bem desenvolvido sistema radicular. O guandu resiste bem à seca e em pastos mistos com gramíneas, e assegura aos animais ganhos de peso mesmo durante o inverno.

Segundo Gooding (1962), o guandu é um bom suplemento proteico para a estação seca nos trópicos. Schaffhausen (1966), citado por Lourenço et al. (1984) em um estudo conduzido no estado de São Paulo onde o guandu foi plantado nas curvas de nível em pastagens de capim-pangola, verificou que novilhos zebu ganharam em média 35 kg/animal em 93 dias (ganho médio diário de 376 gramas) durante severo período de seca, enquanto animais mantidos somente em pastagens de pangola perderam peso. Humphreys (1974) afirmou que animais mantidos em pastagens de guandu cresciam e engordavam em boa proporção, e que ganhos diários de 0,68 kg a 1,135 kg por animal foram obtidos.

Segundo Lourenço et al. (1984), o potencial forrageiro do guandu como banco de prote-

¹Registrado no CCTC, IE-09/2020.

²Veterinário, Doutor, Pesquisador Científico da Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: oscar.tupy@embrapa.br).

³Agrônoma, Doutora, Pesquisadora Científica da Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: patricia.anchao-oliveira@embrapa.br).

⁴Veterinário, Doutor, Pesquisador Científico da Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: sergio.esteves@embrapa.br).

⁵Agrônomo, Doutor, Pesquisador Científico, da Embrapa Pecuária Sudeste (e-mail: rodolfo.godoy@embrapa.br).

ina associado ao capim Jaraguá é grande. Por outro lado, vários estudos foram realizados com guandu na forma de feno (RAMOS, 1994) ou picado no cocho para bovinos em confinamento (MANZANO et al., 1988). A partir da década de 1990, inúmeros trabalhos empregando o guandu foram publicados, entre eles o de Alencar et al. (1991) com vacas da raça canchim em pastagens com *Brachiaria decumbens*.

A literatura sobre utilização do guandu publicada nos últimos anos não o reporta para pastoreio, sendo o seu emprego recomendado para enriquecimento proteico de silagens de milho e de cana-de-açúcar, conforme citado por Costa, Cruciol e Souza (2016), Junqueira (2018), Pereira (2017) e Vicente (2016), o que foge do escopo do presente trabalho.

Apesar das suas características favoráveis como suplemento volumoso no período seco do ano, o guandu não se difundiu entre os produtores. Um dos fatores que pode ter contribuído para isso é a falta de informações econômicas para o produtor que sejam suficientes para tomada de decisão quanto à adoção do guandu, tecnologia preconizada pela pesquisa e extensão rural no Brasil. Nessa perspectiva, este trabalho teve como objetivo analisar o risco do investimento na produção de guandu para pastejo como alimento alternativo à época da seca para bovinos de corte, especificamente da desmama até os 18 meses de idade, quando os animais são disponibilizados ao mercado como garrotes. Cabe salientar que não foram encontrados na literatura pertinente estudos sobre a viabilidade econômica do guandu analisada sob condições de risco de preços de mercado e de riscos climáticos para bovinos de corte durante a recria em pastoreio.

2 – METODOLOGIA

O modelo apresentado no quadro 1 será adotado como ponto de partida do presente estudo, permitindo simulações e projeções de fluxos de caixa da atividade com análise de risco, e utilizando o suplemento para Excel que emprega o método de simulação Monte Carlo conhecido como @RISK (PALISADE, 2010).

O modelo do quadro 1 representa a recria de bovinos de corte no Brasil. Nele, os animais perdem peso na seca e ganham na época das águas, sendo vendidos em maio como garro-

tes. O ciclo financeiro é longo, uma vez que os bezerros desmamados são comprados em maio do ano 1 e vendidos em maio do ano 2. Se o produtor não tem capital de giro, ele deve tomar empréstimos no sistema financeiro e pagar um ano depois, renovando o empréstimo anualmente. Não há como quebrar esse ciclo, a menos que o produtor capitalize.

Com a introdução do guandu, o modelo do quadro 1 muda para o modelo apresentado no quadro 2. Segundo Oliveira, Matta e Godoy (2017), o guandu BRS Mandarim, quando plantado para a recuperação de pastagens, permanece na área por três anos. No primeiro ano, o guandu é plantado em janeiro e fica vedado até maio. Em junho, essas pastagens serão usadas pelos bezerros desmamados e o efeito do guandu será de suplementação proteica na primeira seca. Em novembro desse ano, o guandu é roçado alto e passa a funcionar também como uma adubação verde, melhorando a condição nutricional das pastagens de gramíneas degradadas. No segundo ano, o guandu permanece o tempo todo na área, atuando tanto como suplemento proteico, como adubação verde nas pastagens de braquiária, sendo roçado novamente em novembro e dando início ao terceiro ciclo, que é semelhante ao segundo. Como o estande de plantas (número de plantas/unidade de área) de guandu vai diminuindo com o passar do tempo, recomenda-se novo plantio ao fim dos três anos. Na época seca, o guandu está florindo e emitindo vagens que são apreciadas pelos animais, além das folhas que também são consumidas por eles (OLIVEIRA; MATTA; GODOY, 2017).

A partir do segundo ano, os pastos serão divididos em duas áreas: uma consorciada com guandu e outra sem guandu (Quadro 3). Os pastos de gramíneas, não consorciados, poderão na estação seca ser utilizados complementarmente para o guandu. Procura-se, com esse esquema, prevenir o consumo do guandu pelos animais fora da época preconizada.

O quadro 3 representa o manejo adotado para os pastos no verão e no inverno em um ciclo de três anos na utilização do guandu. Em todo esse período, os bezerros desmamados utilizarão o guandu consorciado e as pastagens não consorciadas. No verão, os animais utilizarão as pastagens não consorciadas. Como o guandu tem a vida útil de três anos, receberá três lotes para recria durante a sua vida útil.

QUADRO 1 – Modelo básico de recria de bovinos de corte visando produção de garrotes

Item	Ano 1							Ano 2				
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio
Mês												
Idade dos animais em meses	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Alimentação / período	Gramínea / seca						Gramínea / águas					
Fases da recria	Fase 1						Fase 2					
Fluxo de caixa	S ¹	Ciclo financeiro ou de caixa (CF) ²										E ³

¹S = saída de caixa.

²CF = 12 meses.

³E = Entrada de caixa.

Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO 2 – Modelo básico de recria de bovinos de corte visando à produção de garrotes

Item	Ano 1							Ano 2				
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio
Mês do ano												
Idade dos animais em meses	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Alimentação / período	Gramínea + guandu / seca						Gramínea e/ou gramínea + guandu / águas					
Fases da recria	Fase 1						Fase 2					
Fluxo de caixa	S ¹	Ciclo financeiro ou de caixa (CF) ²										E ³

¹S = saída de caixa.

²CF = 12 meses.

³E = Entrada de caixa.

Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO 3 – Manejo das pastagens para os três lotes

Pasto consorciado gramínea/guandu	Ano 1					
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
	Pastejo g	Pastejo g	Pastejo g	Pastejo g	Pastejo g	Pastejo g	Pastejo
Pasto não consorciado	Ano 1					
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio
	pastejo	pastejo	pastejo	pastejo	pastejo	Pastejo/venda

Fonte: Dados da pesquisa.

O investimento na formação do guandu por hectare consta da tabela 1.

Definido o modelo de recria nos quadros 1 a 3, foram utilizadas as informações da tabela 2 e do quadro 4 para projetar os fluxos de caixa, visando à análise de risco. As informações da tabela 2 referem-se ao sistema extensivo de recria com sal proteinado (SSALP) e ao sistema que utiliza guandu (SGUANDU). Foi considerada uma propriedade rural com área total de 465 hectares, com 20% de reserva de mata legal e 5 hectares para

benfeitorias, resultando em 365 hectares para produção de forragem. Para a projeção de fluxo de caixa, foi empregado um horizonte de planejamento de três anos, ou seja, a duração da vida útil do guandu.

Os fluxos de caixa foram estruturados em planilhas e, para análise de risco, foi empregado o suplemento @RISK para Microsoft Excel, como mencionado anteriormente. As variáveis consideradas na análise de risco constam no quadro 4.

TABELA 1 – Investimento na formação do guandu por hectare, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021

Insumos	Un.	Qtde.	R\$/unid. ¹	Total (R\$)
Superfosfato simples	t/ha	0,08	1.425,60	114,05
Cloreto de potássio	t/ha	0,02	1.900,00	38,00
Calcário	t/ha	2,00	123,17	246,34
Sementes	kg/ha	40,00	11,50	345,00
Formicida	kg/ha	1,00	7,86	7,86
Sulfato de zinco	kg/ha	0,01	14,38	0,07
Inoculante rizobium	l/ha	0,50	42,27	21,14
Subtotal				772,45
Operações	Un.	Qtde.	R\$/unid.	Total (R\$)
Roçada baixa pré-plantio	hm/ha	0,50	120,00	60,00
Calagem	hm/ha	0,50	120,00	60,00
Adubação	hm/ha	0,50	120,00	60,00
Plantio (semeadeira)	hm/ha	0,50	120,00	60,00
Aplicação de formicida	d/h	1,00	64,60	64,60
Análise de solo	R\$	1,00	15,50	15,50
Subtotal				360,10
Custo total de formação (R\$/ha)				1.132,55

¹Preços cotados em CONAB (2021).
 Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2 – Informações utilizadas para projeção de fluxo de caixa dos sistemas de produção com e sem guandu, visando análise de risco de investimento, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021

Sistemas de produção	Unid.	SSALP	SGUANDU
Área disponível para produção de forragem	ha	367	367
Consumo sal mineral comum na recria	kg/cab.	9,12	9,12
Consumo sal proteinado na recria	kg/cab.	36,72	
Preço do sal mineral comum ¹	R\$/kg	2,36	2,36
Preço do sal proteinado ¹	R\$/kg	2,98	
Gastos com vacinas e medicamentos	R\$/cab.	20,00	20,00
Custo de manutenção da braquiária	R\$/ha	60,00	60,00
Custo de manutenção do guandu	R\$/ha		120,00
Empregados	n.	1	1
Custo do bezerro desmamado	R\$/cab.	3.000	3.000
Custo de manutenção de BME ²	R\$/cab.	5,00	5,00
Salário bruto mensal	R\$	1.200,00	1.200,00

¹Preços cotados em MF Rural (2021).
²Benfeitorias, máquinas e equipamentos.
 Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO 4 – Variáveis e valores de risco consideradas de risco aplicados ao sistema consorciado com gandu e ao sistema extensivo com suplemento de sal proteinado na seca, pressupondo-se distribuições triangulares de probabilidade

Variáveis de risco	Valores de risco
Consumo de matéria seca (MS) da braquiária no inverno (kg/ha)	Mínimo estimado de 31,5% da disponibilidade de matéria seca de 2.850 kg/ha/ano; Mais provável de 41,5%; e Máximo de 51,5%.
Consumo de matéria seca da braquiária no verão (kg/hectare)	Mínimo estimado de 58,0% da disponibilidade de matéria seca de 2.830 kg/ha/ano; Mais provável de 68,70%; e Máximo de 75,0%.
Consumo de matéria seca do gandu no inverno (kg/hectare)	Mínimo estimado de 50,0% da disponibilidade de matéria seca de 5.000 kg/ha/ano; Mais provável de 60,0%; e Máximo de 70,0%.
Kg ganho de peso diário no verão na braquiária (GMD)	Mínimo de 300; Mais provável de 426 gramas; e Máximo de 600 gramas.
Kg ganho de peso diário no inverno na braquiária + sal proteinado (GMD)	Mínimo de 180 gramas; Mais provável de 200 gramas; e Máximo de 250 gramas.
Kg ganho de peso diário no inverno no gandu (GMD)	Mínimo de 400 gramas; Mais provável de 500 gramas; e Máximo de 600 gramas.
Preço do bezerro desmamado ¹ (R\$)	Mínimo de R\$2.800,00; Mais provável de R\$3.000,00; e Máximo de R\$3.200,00.
Peso do bezerro a desmama (kg de peso)	Mínimo de 170 kg; Mais provável de 180 kg; e Máximo de 200 kg.
Preço do garrote ¹ (R\$/@)	Mínimo de R\$350,00; Mais provável de R\$405,26; e Máximo de R\$500,00.

¹Preços cotados em julho de 2021 em Scot Consultoria e CEPEA (2021).
Fonte: Dados da pesquisa.

No quadro 4 são apresentadas as distribuições de probabilidade para as variáveis consideradas de risco do sistema, uma vez que as distribuições são fundamentais na análise de risco. Optou-se por utilizar a distribuição triangular para as variáveis de risco, dado que séries históricas não estão disponíveis de forma estruturada para especificar distribuições (MAYES; SHANK, 2010). As variações climáticas e de consumo sobre a disponibilidade de matéria seca captam tanto variações da disponibilidade de matéria seca propriamente dita, como também variações no metabolismo do animal, uma vez que não há informações sobre o consumo efetivo a ser ainda quantificado. As variações de preço foram atribuídas ao risco de mercado e as variações de ganho de peso diário foram considera-

das decorrentes da interação genética x ambiente x consumo de forragem. As produções de matéria seca da braquiária no inverno e no verão foram consideradas conforme Euclides et al. (2001) para pastos sem adubação, e Godoy et al. (2005) para gandu.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos pressupostos dados na tabela 2, o modelo desenvolvido em Microsoft Excel produziu uma série de resultados apresentados nas tabelas 3 e 4 e, posteriormente, utilizados nas projeções de fluxo de caixa dos sistemas extensivo e com gandu, visando à análise de viabilidade econômica do investimento no produto (Tabelas 5 e 6).

TABELA 3 – Receita com venda de garrote de 18 a 19 meses de idade na recria extensiva com suplemento de sal proteinado (SSALP) e na recria consorciada com guandu (SGUANDU) na época seca do ano, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021

	Nº de animais produzidos	Peso médio em @ (carcaça)	Preço médio ¹ (R\$/@)	Receita total (R\$)
SEP	204	9,87	405,26	815.913,39
SCG	356	11,40	405,26	1.645.777,27

¹Preços da arroba cotados em Scot Consultoria (2021).

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4 – Custo de produção da arroba do boi magro no SSALP e no SGUANDU, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021

(R\$)

Item	SSALP	SGUANDU
Sal mineral comum	4.392,03	7.670,33
Sal proteinado	22.317,17	...
Vacinas e medicamentos	4.078,97	7.123,59
Mão de obra	20.412,23	20.412,23
Manutenção de pasto de gramínea	22.020,00	16.570,45
Manutenção de guandu	...	10.899,09
Manutenção de BMEO ¹	1.019,74	1.780,90
Aquisição de bezerras	611.844,92	1.068.538,65
Custo operacional total	686.085,05	1.132.995,24
Custo/cabeça	3.364,01	3.180,97
Custo/arroba (carcaça)	340,77	278,99

¹Benfeitorias, máquinas, equipamentos e outros itens (combustíveis, lubrificantes, energia elétrica, telefone etc.)

Fonte: Dados da pesquisa

TABELA 5 – Projeção de fluxo de caixa do SSALP do 1º ao 3º ano, considerando-se impostos e taxas e lucro econômico e financeiro, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021

(R\$)

Variável	Ano de avaliação		
	Ano 1	Ano 2	Ano 3
(+) RVG ¹	815.913,89	815.913,89	815.913,89
(+) FCG ²	686.085,05	686.085,05	686.085,05
(-) IT ³	35.488,71	35.488,71	35.488,71
(-) COP ⁴	686.085,05	686.085,05	686.085,05
(-) DEP ⁵	12.237,05	12.237,05	12.237,05
(-) COPT ⁶	23.250,00	23.250,00	23.250,00
(-) JCG ⁷	14.750,83	14.750,83	14.750,83
(-) IR ⁸	0,00	0,00	0,00
(+) DEP ⁹	12.237,05	12.237,05	12.237,05
(+) COPT ¹⁰	23.250,00	23.250,00	23.250,00
(-) AMCG ¹¹	686.085,05	686.085,05	686.085,05
(=) FCX ¹²	79.589,30	79.589,30	79.589,30
LEF ¹³			2.256.650,71
LEF/ha ¹⁴			162,47

¹Receita com venda de garrote (18-19 meses); pequena diferença do valor da receita apresentada na tabela 3 devido ao arredondamento.

²Financiamento de capital de giro (aquisição de bezerras e custo de produção).

³Impostos e taxas (ITR, Senar e Funrural).

⁴Custo de produção operacional dos animais.

⁵Depreciação de benfeitorias, máquinas e equipamentos.

⁶Custo de oportunidade da terra.

⁷Juros do financiamento do capital de giro.

⁸Imposto de Renda.

⁹Depreciação de máquinas e equipamentos.

¹⁰Custo de oportunidade da terra.

¹¹Amortização do capital de giro.

¹²Fluxo de caixa projetado do sistema.

¹³Lucro econômico e financeiro do sistema ou valor presente líquido (somatório dos fluxos de caixa livres em valor presente dos três anos).

¹⁴Lucro econômico e financeiro do sistema ou valor presente líquido (somatório dos fluxos de caixa livres em valor presente dos três anos por ha/ano).

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 6 – Projeção de fluxo de caixa do SGUANDU do 1º ao 3º ano considerando impostos e taxas e lucro econômico e financeiro, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021 (R\$)

Variável	Ano de avaliação		
	Ano 1	Ano 2	Ano 3
(+) RVG ¹	1.645.777,27	1.645.777,27	1.645.777,27
(+) FCG ²	1.132.995,24	1.188.124,63	1.188.124,63
(+) FAF ³	102.865,19		
(-) IT ⁴	47.936,66	47.936,66	47.936,66
(-) COP ⁵	1.132.995,24	1.132.995,24	1.132.995,24
(-) DEP ⁶	12.614,56	12.614,56	12.614,56
(-) COPT ⁷	18.600,00	18.600,00	18.600,00
(-) JCG ⁸	24.359,40	24.359,40	24.359,40
(-) JFAF ⁹	2.211,60	1.474,40	737,20
(-) IR ¹⁰	0,00	0,00	0,00
(+) DEP ¹¹	12.614,56	12.614,56	12.614,56
(+) COPT ¹²	18.600	18.600,00	18.600,00
(-) AMFCG ¹³	1.132.995,24	1.132.995,24	1.132.995,24
(-) AMFAT ¹⁴	34.288,40	34.288,40	34.288,40
(=) FCX ¹⁵	506.851,17	404.723,18	405.460,38
LEF ¹⁶			1.252.724,82
LEF/ha ¹⁷			946,02

¹Receita com venda de garrote (18-19 meses).

²Financiamento de capital de giro (aquisição de bezerras e custo de produção).

³Financiamento do ativo fixo (formação do guandu).

⁴Impostos e taxas (ITR, Senar e Funrural).

⁵Custo de produção operacional dos animais.

⁶Depreciação de benfeitorias, máquinas e equipamentos.

⁷Custo de oportunidade da terra.

⁸Juros do financiamento do capital de giro.

⁹Juro financiamento do ativo fixo.

¹⁰Imposto de Renda.

¹¹Depreciação de máquinas e equipamentos.

¹²Custo de oportunidade da terra.

¹³Amortização do capital de giro.

¹⁴Amortização do capital para financiamento de ativo fixo (formação do guandu).

¹⁵Fluxo de caixa projetado do sistema.

¹⁶Lucro econômico e financeiro do sistema ou valor presente líquido (somatório dos fluxos de caixa livres em valor presente dos 3 anos).

¹⁷Lucro econômico e financeiro do sistema ou valor presente líquido (somatório dos fluxos de caixa livres em valor presente dos 3 anos) por ha/ano.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na tabela 3 são apresentadas as projeções de receitas para o SSALP e SGUANDU. Os fluxos de caixa foram projetados com base nos valores mais prováveis considerados para cada variável de risco, tanto para o SSALP como para o SGUANDU. Na tabela 4 são apresentados os custos de produção operacionais para o SSALP e o SGUANDU.

Pode-se observar na tabela 3 que a receita do SGUANDU foi 100,00% maior do que para o SSALP, uma vez que naquele sistema os animais foram 15,50% mais pesados e o número de animais, 74,50% maior. O SGUANDU permitiu maior lotação de animais no período seco do ano, dada a produção de matéria seca considerada para o guandu, e também um ganho de peso

maior para os animais no inverno.

Na tabela 4 são apresentados os custos operacionais do SSALP e do SGUANDU. Os custos por cabeça e por arroba no SGUANDU foram 5,75% e 22,14% menores, respectivamente, do que para o SSALP. O custo operacional total foi maior no SGUANDU, uma vez que o número de animais foi maior do que no SSALP. Além disso, os animais também foram mais pesados ao final da recría.

Além do número de animais, o modelo desenvolvido em planilhas permitiu definir as áreas de pastagens de inverno e verão para o SSALP e o SGUANDU com base na disponibilidade e no consumo de matéria seca, sempre com

base nos valores mais prováveis (Quadro 4). Para o SSALP, as áreas de inverno e verão foram de, respectivamente, 208,86 hectares (com taxa de lotação de 0,68 UA/ha – sendo UA a unidade de referência equivalente a um animal de 450 kg de peso vivo) e 158,1 hectares (1,03 UA/ha). Para o SGUANDU, as áreas de inverno e verão foram de, respectivamente, 90,83 hectares (2,67 UA/ha) e 276,2 hectares (1,03 UA/ha). Assim, a área de inverno necessária no SGUANDU foi bem menor, devido à maior produção de matéria seca do guandu/ha/ano, do que da de braquiária, favorecendo um aumento da taxa de lotação no inverno e liberando maior área de braquiária no verão.

Nas tabelas 5 e 6 são projetados os fluxos de caixa para ambos SSALP e SGUANDU, considerando-se valores mais prováveis do quadro 4 para cada variável de risco.

As alíquotas consideradas para ITR e Funrural foram, respectivamente, de 0,1% e 1,5%. O Imposto de Renda não foi considerado neste trabalho, ficando a critério do produtor e da legislação.

O custo de oportunidade do capital utilizado foi de 2,65% a.a. (taxa de juros real menos inflação prevista) para cálculo do LEF, ou seja, o valor presente total dos fluxos de caixa projetados para três anos. O LEF é o fluxo de caixa livre do produtor, descontados todos os custos e despesas, como consta das tabelas 5 e 6. Optou-se, alternativamente, pelo LEF, ao invés do clássico indicador valor presente líquido (VPL) porque, neste estudo, todos os investimentos foram financiados por capital de terceiros (no caso do SSALP, o capital de giro, e no caso do SGUANDU, o capital de giro e o capital para formação do guandu). A depreciação no orçamento de caixa do SGUANDU inclui a depreciação do guandu com vida útil de três anos.

Das tabelas 5 e 6, pode-se concluir que a implantação do guandu na época da seca gera um adicional de caixa bastante significativo, quando comparado ao sistema extensivo proteinado, ou seja, um LEF (ha/ano) de R\$946,02 para o SGUANDU, contra um LEF (ha/ano) de apenas R\$162,47 para o SSALP, considerando-se os valores mais prováveis para as variáveis de risco (Quadro 4).

As análises de risco foram conduzidas para ambos os sistemas SSALP e SGUANDU, conforme determinado no quadro 4. Os resultados das análises de risco para o sistema SSALP cons-

tam das figuras 1 e 2, e para o SGUANDU, das figuras 3 e 4. Nas figuras 1 e 2 constam as funções de densidades de probabilidade onde são consideradas as probabilidades de risco de os sistemas apresentarem um LEF negativo, e o coeficiente de regressão entre variáveis de risco e LEF/ha/ano (o mesmo valendo para as figuras 3 e 4).

A função de densidade de probabilidade da figura 1, obtida com base em 10.000 iterações e 5 simulações (50.000 de projeções), evidencia que o LEF VPL/ha/ano pode variar de um mínimo de -R\$132,26 a um máximo de R\$489,26, com 90% de probabilidade de que o valor fique entre R\$2,00 e R\$328,00, com valor médio de R\$166,35±97,75. Existe a probabilidade de 5% de que ocorram valores negativos de fluxo de caixa para o SSALP.

Na figura 2, o valor do coeficiente de regressão para o preço do garrote mostra que, para cada aumento de uma unidade no desvio padrão (DP) do preço do garrote, ocorrerá o aumento de 0,86 desvio-padrão (DP) no LEF ou VPL/ha/ano. Para um aumento de 1 DP no preço do bezerro desmamado ocorrerá uma redução de 0,36 DP no LEF ou VPL/ha/ano e, para um aumento de 1 DP no peso do bezerro desmamado, ocorrerá um aumento do LEF ou VPL/ha/ano de 0,35 DP. O coeficiente de regressão entre a porcentagem de consumo de matéria seca (% CMS) no inverno tem pouca relação com o LEF ou VPL/ha/ano, ou seja, um aumento de 1 DP na % CMS da braquiária no inverno leva a apenas um aumento de 0,03 DP no LEF ou VPL/ha/ano.

Na figura 3 consta a distribuição de probabilidade do LEF ou VPL/ha/ano do SGUANDU sob condições de risco.

A função de densidade de probabilidade da figura 3, também obtida com base em 10.000 iterações e 5 simulações (50.000 de projeções), evidencia que o LEF ou VPL/ha/ano pode variar de um mínimo de R\$297,66 a um máximo de R\$ 1.581,80, com 69,5% de probabilidade de que o valor fique entre R\$589,00 e R\$1.058,00, com valor médio de R\$921,81±201,94. Existe a probabilidade de 25,5% de se obterem valores acima de R\$1.058,00. Há, ainda, a probabilidade de 5% de que ocorram valores abaixo de R\$600,00 de fluxo de caixa para o SGUANDU.

Na figura 4 constam os coeficientes de regressão para as variáveis de risco, conforme especificadas no quadro 6, e o LEF ou VPL/ha/ano no SGUANDU.

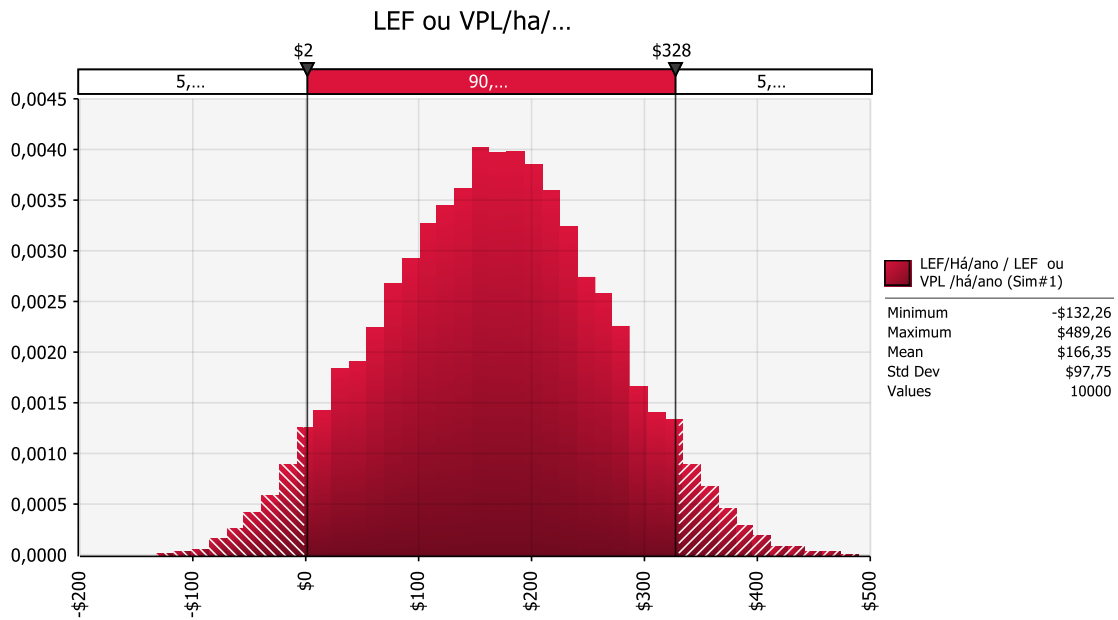


Figura 1 – Distribuição de probabilidade do LEF ou VPL/ha/ano do SSALP sob condições de risco, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021.
 Fonte: Dados da pesquisa.

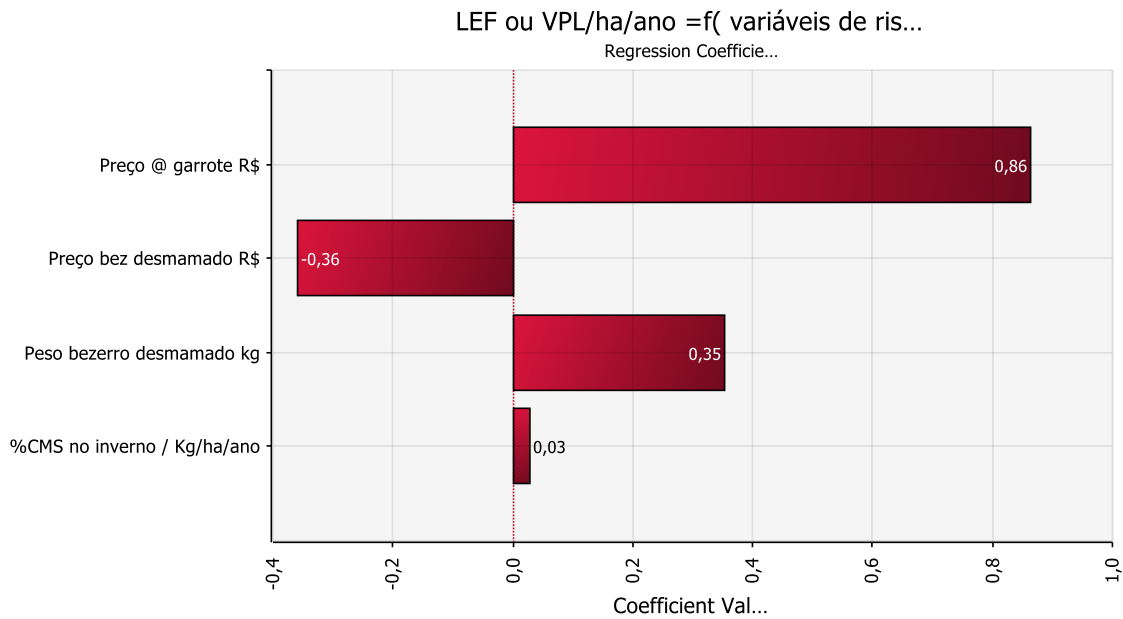


Figura 2 – Coeficientes de regressão para as variáveis de risco que explicam a variação do LEF ou VPL/ha/ano no sistema SSALP, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021.
 Fonte: Dados da pesquisa.

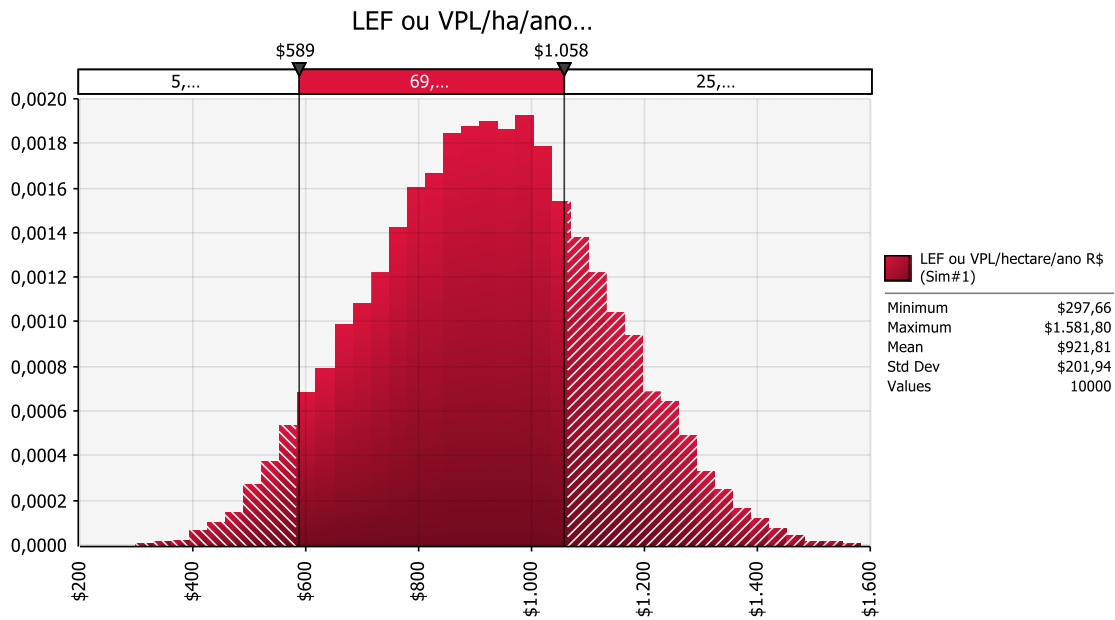


Figura 3 – Distribuição de probabilidade do LEF ou VPL/ha/ano do SGUANDU sob condições de risco, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021.
 Fonte: Dados da pesquisa.

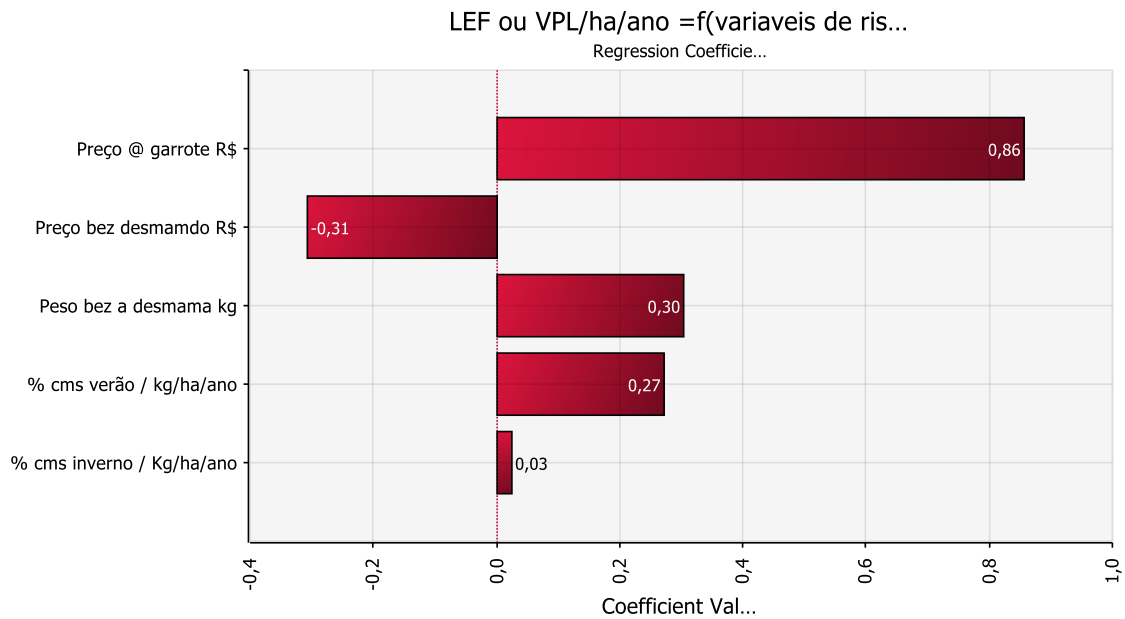


Figura 4 – Coeficientes de regressão para as variáveis de risco, conforme especificadas no quadro 6, e o LEF ou VPL/ha/ano no SGUANDU, São Carlos, estado de São Paulo, julho de 2021.
 Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura 4, o valor do coeficiente de regressão para preço do garrote mostra que, para cada aumento de uma unidade no desvio padrão (DP) do preço do garrote, ocorrerá o aumento de 0,86 desvio-padrão (DP) no LEF ou VPL/ha/ano. Para um aumento de 1 DP no preço do bezerro desmamado, ocorrerá uma redução de 0,31 DP no LEF ou VPL/ha/ano e, para um aumento de 1 DP no peso do bezerro desmamado, ocorrerá um aumento do LEF ou VPL/ha/ano de 0,31 DP. O coeficiente de regressão entre % consumo de matéria seca (% CMS) no verão evidencia que 1 DP de aumento no consumo leva a um LEF ou VPL/ha/ano de 0,27 DP. O aumento de 1 DP na % CMS no inverno leva apenas a um aumento do LEF ou VPL/ha/ano de 0,03 DP.

O comportamento das variáveis de risco nos dois sistemas com relação a ordem de importância, tipo de variável e magnitude do coeficiente de regressão sugerem que o SGUANDU é mais exigente em preços, provavelmente, pelo uso da tecnologia. Contudo, é compensado por uma maior taxa de lotação do sistema, aumentando a produtividade por hectare. Fica evidente, portanto, a superioridade do guandu frente ao sal proteinado quando utilizado na recria dos animais, exibindo o sistema com sal proteinado um certo risco em ter resultados econômicos negativos e menores fluxos de caixa ao final da recria.

4 – CONCLUSÃO

O guandu se apresenta como alternati-

va de baixo custo para suplementação volumosa de bovinos na recria na época da seca. A suplementação volumosa na época da seca com forragens conservadas, como silagens e fenos, requer investimentos em máquinas e equipamentos e maior nível técnico do produtor, apesar de encurtado o seu ciclo financeiro, uma vez que esses suplementos propiciam maiores ganhos de peso aos animais. Os investimentos no guandu são pequenos, basicamente só na formação da cultura. O guandu é rico em proteína e tem alto poder de fixar nitrogênio no solo, aumentando no médio e longo prazo a produção de matéria seca das pastagens. Permite-se aumentar a taxa de lotação por hectare, uma vez que possui uma produção de matéria seca elevada na época da seca, reduzindo-se a escassez de forragens, e os animais ganharem mais peso quando comparados com o sistema proteinado no período seco do ano.

No SGUANDU, o LEF ou VPL/ha/ano pode variar de um mínimo de R\$297,66 a um máximo de R\$1.581,80, com 69,5% de probabilidade de que o valor fique entre R\$589,00 e R\$1.058,00, com valor médio de R\$921,81±201,94. Existe a probabilidade de 25,5% de se obterem valores acima de R\$1.058,00.

Por outro lado, foi constatada a ocorrência de 5% de probabilidade no sistema extensivo utilizando sal proteinado de se obter um LEF ou VPL/ha/ano negativos. Portanto, pode-se concluir que a suplementação na época seca do ano com sal proteinado não competiu com o guandu, quando utilizado na recria dos animais.

LITERATURA CITADA

ALENCAR, M. M. *et al.* Desempenho de vacas da raça canchim em pastagens de braquiária e guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 1991, v. 26, n. 10, p. 1717-1723, out. 1991. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/21285/1/pab18_out_91.pdf. Acesso em: mar. 2021.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. **Preços de bovinos de corte**. Piracicaba: CEPEA, 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/categoria/pecuaria-bovina-de-corte.aspx>. Acesso em: 15 jul. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Brasília: Conab, 2021. **Insumos agropecuários**, 2021. Disponível em: <https://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoCarregarConsulta>. Acesso em: 15 jul. 2021.

COSTA, R. N.; CRUCIOL, C. A. C.; SOUZA, D. M. Produção e qualidade de silagem de milho/capim marandú/feijão-guandu em consórcio de sistemas de integração lavoura-pecuária. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Anais** [...]. Bento Gonçalves: ABMS, 2016. p. 1116-1120. Disponível em: http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/960.pdf. Acesso em: mar. 2021.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de Brachiária Decumens submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 470-481, mar./abr. 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982001000200025. Acesso em: mar. 2021.

GODOY, R. *et al.* Avaliação agrônômica de linhagens selecionadas de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 7-19, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151635982005000100002&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: mar. 2021.

GOODING, N. J. The agronomic aspects of pigeon peas. **Field Crops Abstracts**, Wallingford, v. 15, n. 1, p. 1-5, 1962.

HUMPHREYS, L. R. **A guide to better pasture to the tropics and subtropics**. 3 ed. Flemington: Wright Stephenson, 1974.

JARDIM, R. W. **Alimentos e alimentação do gado bovino**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976.

JUNQUEIRA, R. M. **Consórcio de feijão guandu e milho cultivado ecologicamente para produção de silagem**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018. Disponível em: http://cursos.ufrj.br/posgraduacao/ppgao/files/2019/01/MEP-2018-Rodrigo-Modesto-Junqueira_Edi%C3%A7%C3%A3o-Final.pdf. Acesso em: mar. 2021.

LOURENÇO, A. J. *et al.* Utilização de área de reserva de guandu completando pasto de capim-jaragua no período das "secas". **Zootecnia**, Nova Odessa, v. 22, n. 2, p. 83-103, 1984.

MANZANO, A. *et al.* Desempenho de novilhos canchim alimentados com guandu em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 165-171, 1988. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/111260/1/PROCIAM1988.00006ID-LegQxm8R0m.pdf>. Acesso em: mar. 2021.

MAYES, T. R.; SHANK, T. M. **Financial analysis with microsoft excel: risk and capital budgeting**. Boston: South-Western Cengage Learning, 2010.

MF RURAL. **Homepage**. Marília, MF Rural, 2021. Disponível em: <https://mfrural.com.br>. Acesso em: 15 jul. 2021.

OLIVEIRA, P. P. A.; MATTA, F. P.; GODOY, R. Consorciação com guandu na recuperação de pastagens degradadas, uma tecnologia de duplo propósito: adubação verde e pastejo consorciado diferido. **Circular técnica**, São Carlos, n. 75, p. 1-6, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1069192/consorciacao-com-guandu-na-recuperacao-de-pastagens-degradadas-uma-tecnologia-de-duplo-proposito-adubacao-verde-e-pastejo-consorciado-diferido>. Acesso em: mar. 2021.

PALISADE. **@RISK**: suplemento para o EXCEL. Simulação Monte Carlo. Versão 5.5.1. Ithaca: Palisade.com, 2010.

PEREIRA, D. S. **Cana de açúcar em monocultivo e consorciado com feijão guandu visando a produção de silagens**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de Viçosa, 2017. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10138>. Acesso em: mar. 2021.

RAMOS, G. M. **Recomendações práticas para cultivo do guandu para produção de feno**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1994. (Circular Técnica n. 13). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/53577>. Acesso em: mar. 2021.

SAMPAIO, R. L. **Avaliação de sistemas orgânicos de produção de corte em manejo orgânico**. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2007. Disponível em: <http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/download/pgtrabs/zoo/m/3044.pdf>. Acesso em: mar. 2021.

SCOT CONSULTORIA. **Cotações**. Bebedouro: Scot Consultoria, 2021. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br>. Acesso em: 15 jul. 2021.

VICENTE, E. R. J. S. **Produtividade do sorgo consorciado com feijão guandu e capim marandu em dois espaçamentos e composição bromatológica antes e após a ensilagem**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: <http://btd.unoeste.br:8080/tede/handle/tede/606>. Acesso em: mar. 2021.

ANÁLISE DE RISCO DO INVESTIMENTO EM GUANDU COMO SUPLEMENTO VOLUMOSO PARA BOVINOS DE CORTE A PASTO

RESUMO: Nos últimos anos várias pesquisas foram conduzidas com resultados que evidenciam as qualidades do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) como alimento para bovinos na época da seca. Apesar do seu grande potencial como alimento para bovinos na época da seca, e do seu papel expressivo na recuperação de pastagens como leguminosa, o guandu não foi devidamente analisado sobre sua viabilidade econômica, sob condições de risco e incerteza, análise esta fundamental para que o produtor adote a tecnologia. Nesta perspectiva, este trabalho teve o propósito de analisar os riscos de investimento em guandu como suplemento volumoso para bovinos de corte à pasto. Foi utilizado um modelo de simulação desenvolvido em planilha focado na recria de bezerros, por meio do qual foram projetados fluxos de caixa de duas estratégias de alimentação, uma empregando sal proteinado, na época da seca e outra empregando o guandu. Por meio da técnica de simulação Monte Carlo, os riscos da adoção de cada estratégia de alimentação foram avaliados, em função de variáveis de risco contidas no modelo que foram: preços do bezerro à desmama e do garrote no final da recria, variação da matéria seca consumida das pastagens em função da sua disponibilidade, peso do bezerro à desmama e variações dos ganhos de peso dos animais durante a recria (compreendida entre a desmama aos 8 meses e os 18 meses de idade). As análises evidenciaram que o resultado econômico obtido com o emprego do guandu foi superior ao sistema que utilizou sal proteinado. Portanto, dentro dos pressupostos adotados no trabalho, o guandu não evidenciou qualquer risco de prejuízo na sua utilização pelos produtores, ao contrário do sal proteinado, cujo resultado econômico apresentou lucro econômico e financeiro menor, e um risco de 5% de ocorrência de fluxos de caixa negativos para o produtor.

Palavras-chave: guandu, viabilidade econômica, risco de investimento, bovinos de corte.

RISK ANALYSIS OF INVESTING IN GUANDU AS WINTER FORAGE FOR BEEF CATTLE

ABSTRACT: In recent years, several researches have been conducted with results that show the qualities of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) as food for cattle in the dry season. Despite its great potential as feed for cattle during the dry season and as a legume with an expressive role in pasture recovery, pigeonpea has not been properly analyzed on its economic viability, under conditions of risk and uncertainty, an analysis that is fundamental for the producer to adopt this technology. In this perspective, this

work aimed to analyse investment risks in pigeonpea as a bulky supplement for beef cattle grazing. A simulation model developed in a spreadsheet focused on the rearing of calves was used, through which cash flows were projected from two feeding strategies, one using protein salt in the dry season and the other using pigeonpea. Using the Monte Carlo simulation technique, the risks of adopting each feeding strategy were evaluated, according to the risk variables contained in the model: calf prices at weaning and at the end of the rearing, dry matter variation consumption from pastures according to their availability, calf weight at weaning and variations in gain weight of animals during rearing (between weaning at 8 months and 18 months of age). The analyses showed that the economic result obtained with the use of pigeonpea varied from a minimum of R\$ 210.09/hectare/year and a maximum of R\$ 867.47, with an average economic result of R\$ 496.13 hectare/year. These results were obtained with 10,000 iterations x 100 simulations. Therefore, within the assumptions adopted in the work, pigeonpea did not show any risk of damage in its use by producers, unlike protein salt, whose economic result ranged from a minimum of -R\$ 287.00, with an average of R\$ 16.46 and a maximum of R\$ 288.67.

Key-words: pigeonpea, economic viability, investment risk, beef cattle.

Recebido em 27/05/2020. Liberado para publicação em 17/04/2023.

COMO CITAR

TUPY, O. et al. Análise de Risco do Investimento em Guandu como Suplemento Volumoso para Bovinos de Corte a Pasto. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 53, p. 1-14, eie092020, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56468/1678-832X.eie0920.2023>

Revisores

Carlos Nabil Ghobril
Danton Leonel de Camargo Bini
Eder Pinatti
Eduardo Rodrigues de Castro
Elisa Pinheiro de Freitas
Lilian Rondena
Marco Aurélio Barbosa
Renato Conchon
Rosana de Oliveira Pithan e Silva
Vagner Azarias Martins

NOTA AOS COLABORADORES DE INFORMAÇÕES ECONÔMICAS

1 – Sobre o IEA

O Instituto de Economia Agrícola, fundado em 1942, foi a primeira instituição a pesquisar e sistematizar os estudos sobre economia agrícola no Brasil. Como instituição de pesquisa, tem por missão produzir, adaptar e transferir conhecimentos científicos e informações de qualidade na área da economia aplicada à agricultura, visando o desenvolvimento para atender às necessidades da agricultura e da sociedade em geral, realizando pesquisas e produzindo informações estratégicas; analisando políticas públicas e propondo medidas, visando a maior competitividade da agricultura e das diversas cadeias de produção; desenvolvendo estudos e propondo estratégias para estimular as atividades agrícola e econômica; e contribuindo para o desenvolvimento regional sustentável agrícola, econômico e social.

2 – Política da revista

A revista **Informações Econômicas** foi criada em 1972 e divulgada em papel e eletronicamente até o volume 47. Destinada à publicação de artigos de natureza técnica e científica, é caracterizada pelo livre acesso divulgada na versão online em fluxo contínuo de publicação, Aceita artigos inéditos em português, com foco na área da economia aplicada à agricultura com informações estatísticas e estratégicas, e análises das relações socioeconômicas ambientais e estatísticas da agricultura, avaliando políticas públicas e propondo medidas para maior competitividade da agricultura e dos diversos elos das cadeias de produção. Destina-se atender às necessidades dos agentes da agricultura e da sociedade em geral, e visa contribuir para o desenvolvimento regional sustentável agrícola, econômico e social.

3 – Normas para apresentação de artigos

a) Os originais de artigos não devem exceder 25 laudas, incluindo notas de rodapé, figuras, tabelas, anexos e referências bibliográficas. As colaborações devem ser digitadas no processador de texto Microsoft Word, com espaço 2, em papel A4, com margens direita, esquerda, superior e inferior de 3 cm, páginas numeradas e fonte Times New Roman 12. As figuras devem ser enviadas no Microsoft Excel em preto e branco. Artigos que excedam o número estabelecido de páginas serão analisados pelos Editores, e somente seguirão a tramitação normal se a contribuição se enquadrar aos propósitos da revista.

b) Para garantir a isenção no exame das contribuições, os originais não devem conter dados sobre os autores. Em arquivo separado, incluir título completo do trabalho (em nota de rodapé, informações sobre a origem ou versão anterior do trabalho, ou quaisquer outros esclarecimentos que os autores julgarem pertinentes), nomes completos dos autores, formação e título acadêmico mais alto, filiação institucional e endereços residencial e profissional completos para correspondência, telefone, fax e e-mail.

c) Na organização dos artigos, além do argumento central, que ocupa o núcleo do trabalho, devem constar os seguintes itens: (i) Título completo; (ii) Resumo e Abstract (não ultrapassando 100 palavras); (iii) de três a cinco palavras-chave (*key-words*); (iv) Literatura Citada; e, sempre que possível, (v) Introdução e (vi) Considerações Finais ou Conclusões.

d) O resumo deve ser informativo, expondo o tema, objetivos, metodologia, resultados e conclusões do trabalho.

e) As referências bibliográficas devem ser apresentadas em ordem alfabética no final do texto, de acordo com as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Devem ser incluídas apenas as referências citadas no texto.

f) As notas de rodapé devem ser preferencialmente de natureza explicativa, que não interrompam a sequência lógica do argumento.

4 – Apreciação de artigos e publicação

a) O envio das colaborações deve ser feito por meio eletrônico. Os autores podem acessar o endereço http://www.iea.sp.gov.br/out/publicar/enviar_ie.php, preencher o formulário on-line disponível na página e anexar os seguintes arquivos:

a.1 Título do trabalho e resumo em Word, com identificação dos autores;

a.2 Trabalho na íntegra em Word, sem identificação dos autores; e

a.3 Tabelas, gráficos e figuras em Excel, se houver.

b) Só serão submetidas aos pareceristas as contribuições que se enquadrem na política editorial da revista **Informações Econômicas**, e que atendam aos requisitos acima.

c) Os originais recebidos serão apreciados por pareceristas no sistema *double blind review*, em que é preservado o anonimato dos autores e pareceristas durante todo o processo de avaliação.

d) Os autores dos trabalhos receberão os pareceres e sugestões para as providências e/ou argumentações necessárias.

e) Autores e relatores deverão cumprir os prazos definidos pelo Comitê Editorial, disponíveis no processo de submissão, relatoria e acompanhamento. Casos específicos e justificados de não cumprimento de prazo poderão ser avaliados pelo Comitê Editorial

f) Os autores dos trabalhos selecionados para publicação receberão as provas para correção.

g) As opiniões e ideias contidas nos artigos são de exclusiva responsabilidade dos autores, e não expressam necessariamente o ponto de vista dos editores ou do IEA.

h) Os artigos serão encaminhados para publicação na versão eletrônica da revista, no site do IEA, no sistema de fluxo contínuo.

