

Avaliação da eficiência técnica e de escala de empresas do agronegócio brasileiro¹

Oscar Tupy²
Eliseu Alves³
Reinaldo de Paula Ferreira⁴

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência produtiva de empresas de vários setores do agronegócio brasileiro: açúcar e álcool, adubos e defensivos, algodão e grãos, aves e suínos, café, carne bovina, leite e derivados, madeira e celulose, máquinas e equipamentos, nutrição e sanidade, óleos, farinhas e conservas e têxtil, entre outros. A amostra é composta por 212 empresas, selecionadas de um total de 400, cujos dados de balanço patrimonial e de demonstrações de resultados foram publicados em edição especial da Revista Exame em 2018. A eficiência técnica média da amostra foi de 73,80%, e a eficiência de escala média foi de 80,60%.

Palavras-chave: açúcar e álcool, algodão e grãos, eficiência de escala, eficiência técnica, retornos variáveis de escala.

Evaluation of technical efficiency and scale of Brazilian agribusiness companies

Abstract – The objective of this study was to evaluate the productive efficiency of Brazilian agribusiness companies belonging to several sectors, including sugar and alcohol, fertilizers and pesticides, cotton and grains, poultry and pigs, coffee, beef, milk and cellulose, machinery and equipment, nutrition and sanitation, oils, flours and preserves and textiles. The sample was composed of 212 companies. The average technical efficiency of the sample was 73.80% and the average scale efficiency was 80.60%.

Keywords: sugar and alcohol, cotton and grain, scale efficiency, technical efficiency, variable returns of scale.

Introdução

Anualmente a Revista Exame publica uma edição especial com o ranking das mil melhores e maiores empresas do Brasil. Nessa publicação, são relacionadas também as 400 maiores e melhores empresas do agronegócio brasileiro. O

critério adotado para estruturar o ranking é o tamanho da empresa medido pela receita líquida.

Outros indicadores também são considerados, como patrimônio líquido, ativos circulantes, passivos circulantes, número de empregados, salários e encargos, tributos, rentabilidade, lucro

¹ Original recebido em 24/6/2019 e aprovado em 23/7/2019.

² Veterinário, doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste. E-mail: oscar.tupy@embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa, assessor do Presidente da Embrapa. E-mail: eliseu.alves@embrapa.br

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa. E-mail: reinaldo.ferreira@embrapa.br

líquido e endividamento. As análises de demonstrações financeiras das empresas, embora sejam importantes para a orientação do mercado, não consideram sua eficiência quanto à otimização de receitas em função dos ativos e da mão de obra utilizada em seu processo produtivo. Essas informações financeiras são importantes, mas análises alternativas para avaliar sua eficiência relativa, quanto ao uso de ativos, também devem ser consideradas.

As empresas devem ser organizadas por segmentos e analisadas dentro do segmento, com base em *benchmarks*, ou seja, sua eficiência deve ser relativa, comparada a alguma empresa dentro do segmento que é mais eficiente. Identificar *benchmarks* em uma amostra de empresas não é tarefa simples, e, para tanto, foram desenvolvidas técnicas econométricas e de programação matemática (Fried et al., 1993).

Analisadas pela ótica da eficiência operacional, um *benchmark* é aquela empresa que minimiza os recursos de capital e trabalho na obtenção do seu produto ou produtos, o que implica menores custos de produção e maior competitividade em preços. Nessa perspectiva, foi objetivo deste trabalho medir a eficiência técnica e de escala (eficiência produtiva) de uma amostra das 400 maiores e melhores empresas do agronegócio brasileiro, publicadas em 2018 pela Revista Exame, com base em dados de balanço patrimonial e demonstração de resultados produzidos em 2017.

Essas 400 empresas obtiveram 221 bilhões de dólares de receita líquida em 2017, com lucro de 5,4 bilhões de dólares, 41% maior do que o obtido em 2016, apesar do baixo crescimento do PIB, do déficit fiscal e do endividamento público elevado.

No que diz respeito aos estudos sobre eficiência produtiva (técnica e de escala) de empresas, os seus críticos – que não dominam as técnicas de análise – são radicais com relação à ausência de explicações sobre as causas das ineficiências na produção. Em parte estão corretos. Contudo, os resultados das avaliações são

importantes como ponto de partida para estudos mais detalhados sobre a eficiência produtiva das empresas. É importante que se empreguem capital e mão de obra com eficiência em relação às concorrentes. De posse dessas informações, as empresas podem tomar a iniciativa de realizar estudos que possibilitem identificar as causas da sua ineficiência. Sabe-se, por exemplo, que excessos no uso de ativos podem ser atribuídos ao dimensionamento errado dos investimentos neles. Uma gestão de estoques e de contas a receber, resultando em baixo giro dos ativos, provocadas por política de taxas de juros e preços elevados – muitas vezes decorrentes da ineficiência produtiva, técnica e de escala ou uma estratégia de marketing inadequada – pode influenciar o desempenho financeiro das empresas. Fatores como obsolescência tecnológica, baixa escolaridade e falta de capacitação dos recursos humanos, somados a uma política salarial ruim, podem prejudicar o desempenho da mão de obra empregada na produção, resultando em baixa produtividade.

Do ponto de vista microeconômico, os estudos de eficiência permitem avaliar o desempenho relativo das empresas em relação às concorrentes, levando-as a refletir sobre seu processo de gestão. Do ponto de vista macroeconômico, podem sugerir políticas públicas que contribuam para o aumento da competitividade do País, interna e externamente.

Quando analisada do ponto de vista das cadeias produtivas, se o elo ineficiente é a indústria, então o efeito da ineficiência poderá gerar consequências para frente e para trás ao longo da cadeia. Empresas ineficientes transmitem sua ineficiência forçando o preço da matéria-prima para baixo – prejudicando produtores de matéria-prima – e os preços dos produtos, para cima, prejudicando, conseqüentemente, distribuidores, varejistas e consumidores. Contudo, produtores de matéria-prima também podem forçar os preços para cima, caso sejam ineficientes e tenham poder de mercado como forma de compensar sua ineficiência, muitas vezes não diagnosticada por falta de conhecimento sobre as técnicas de

medição disponíveis. Identificar firmas eficientes pode contribuir com informações relevantes, se tais firmas forem utilizadas como *benchmarks*.

A eficiência relativa com a qual opera uma determinada empresa é um indicador importante da sua competitividade, devendo, portanto, ser motivo de consideração por parte dos gestores.

A eficiência produtiva de uma empresa é dada por sua eficiência técnica e de escala. Uma empresa é considerada tecnicamente eficiente quando, para determinado nível de produção, minimiza os insumos utilizados. Será eficiente em escala quando os aumentos das quantidades produzidas são proporcionais ao aumento das quantidades dos insumos empregados na produção. Se os aumentos das quantidades produzidas são menos do que proporcionais aos aumentos nas quantidades dos fatores de produção, as empresas operam na faixa de retornos decrescentes de escala; entretanto, se os aumentos nas quantidades produzidas são maiores do que os aumentos nas quantidades dos fatores, então elas operam na faixa de retornos crescentes. Em ambas as situações, elas são consideradas ineficientes em escala, por operarem aquém (retornos crescentes) e além (retornos decrescentes) do ponto em que os ganhos de produção são proporcionais aos aumentos nas quantidades dos fatores de produção.

Na literatura estrangeira, existem poucos trabalhos sobre eficiência produtiva de empresas do agronegócio. Ferrier et al. (1994) e Sing et al. (2001) estudam laticínios, nos EUA e na Índia, respectivamente. No Brasil, Ceretta (1999) avaliou a eficiência produtiva de algumas empresas na indústria de alimentos. O autor avaliou a eficiência técnica e de escala de 21 empresas de diversos segmentos via Método de Data Envelopment Analysis (DEA), desenvolvido por Charnes et al. (1978). A eficiência técnica média estimada para as empresas avaliadas por Ceretta (1999) foi de 44%. Tupy et al. (2003) avaliaram a eficiência produtiva do segmento de laticínios, pertencentes a algumas cooperativas, estimando uma eficiência técnica média de 81,7%. Tupy

(2009) avaliou também a eficiência produtiva de empresas da indústria de alimentos no Brasil e encontrou a eficiência técnica média de 72% e a eficiência de escala de 80%. Na literatura consultada, os estudos de eficiência do agronegócio estão mais concentrados na área de grãos e de produção de leite, enquanto Tupy (1996) analisou a eficiência do custo de integrações avícolas na produção de frangos de corte no Brasil.

Metodologia

Descrição dos dados

Os dados utilizados neste trabalho são secundários e foram obtidos do ranking das 400 maiores empresas do agronegócio publicado pela Revista Exame (Melhores..., 2018). Das 400 maiores empresas, apenas 212 foram selecionadas, com base nas informações pertinentes e (variáveis) necessárias – variáveis de decisão para medir a eficiência. Entre elas, estão empresas de capital aberto, capital fechado, exportadoras e não exportadoras, capital nacional e internacional (Tabela 1).

Variáveis de decisão

As variáveis de decisão utilizadas são estas: receita líquida ou faturamento líquido de impostos (RL_i), *proxy* para a quantidade produzida pela empresa i , os ativos totais (AT_i), *proxy* para o capital, e número de funcionários (NF_i), *proxy* para o trabalho, seguindo o modelo clássico da função de produção, em que $Q = f(K, T)$. Esse modelo foi empregado por Ferrier et al. (1994) para medir a eficiência técnica e de escala na indústria de laticínios nos EUA.

A receita líquida total dessas empresas, em 2017, foi de US\$ 103,38 bilhões, 46,78% do faturamento das 400 maiores. Os ativos totais nesse ano totalizaram US\$ 128,71 bilhões e foram empregadas 461.207 pessoas no processo produtivo.

Tabela 1. Segmento e número de empresas por segmento do agronegócio brasileiro analisadas.

Segmento	NE ⁽¹⁾
Açúcar e álcool	30
Adubos e defensivos	29
Algodão e grãos	37
Aves e suínos	24
Café	13
Carne bovina	5
Leite e derivados	16
Madeira e celulose	14
Máquinas e equipamentos	6
Nutrição e saúde animal	9
Óleos, farinhas e conservas	21
Têxtil	8
Total	212

⁽¹⁾Número de empresas por segmento.

Fonte: Edição Especial da Revista Exame (Melhores..., 2018).

O modelo

Para avaliar a eficiência produtiva das empresas foi utilizado o modelo de programação matemática conhecido como Data Envelopment Analysis, ou DEA, desenvolvido por Charnes et al. (1978):

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \quad (1)$$

sujeito a

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

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

$$\lambda \geq 0,$$

sendo θ um escalar, cujo valor será a medida de eficiência da i -ésima firma, e o parâmetro λ é um vetor $N \times 1$, cujos valores são calculados de forma a obter a solução ótima. Para uma firma eficiente, todos os valores de λ serão zero; para uma firma ineficiente, os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear de outras

firmas eficientes, que influenciam a projeção da firma ineficiente, sobre a fronteira calculada. Isso significa que, para uma firma ineficiente, existirá, pelo menos, uma firma eficiente e, no caso de mais de uma firma eficiente, seus pesos serão calculados e fornecerão a virtual eficiente da firma ineficiente, mediante uma combinação linear dos seus pesos. As firmas eficientes, que fornecem a firma virtual para a firma ineficiente, são conhecidas como *peers* (pares) ou *benchmarks* (firmas eficientes, de melhor prática) para aquela firma.

Nas desigualdades acima, X é a matriz de insumos composta de ativo total (AT) e número de funcionários (NF) utilizados no processo produtivo, de dimensão $K \times N$; Y é o vetor de produto ou produtos no caso a Receita Líquida (RL), de dimensão $M \times N$, representando os dados de todas as empresas da amostra; x_i é o vetor coluna de insumos; e y_i é o vetor coluna de produtos representando a i -ésima firma.

O valor de θ obtido será o escore de eficiência para a i -ésima firma, e a condição de que $\theta \leq 1$ será satisfeita, com o valor 1,0 indicando um ponto na fronteira e, portanto, uma firma eficiente. Note que o problema de programação linear deve ser resolvido N vezes, uma para cada firma da amostra. Cada empresa é comparada ao restante da amostra.

A medida de eficiência obtida (1) é orientada para os insumos pressupondo retornos constantes de escala (RC) para a tecnologia. Na Figura 1, a firma A que se localiza sobre eixo OP é considerada eficiente e a firma B que se localiza abaixo do eixo OP é considerada ineficiente.

A distância entre B e A é a medida da ineficiência de B. B está gastando x_2 para produzir y_1 , enquanto A está gastando apenas x_1 para produzir a mesma quantidade y_1 . A pressuposição de retornos constantes à escala significa dizer que todas as firmas (empresas) estão operando em uma escala ótima, o que pode não ser real. Portanto, esta pressuposição é relaxada, e passa-se a considerar a pressuposição de retornos variáveis de escala (RV) para a tecnologia. Desse

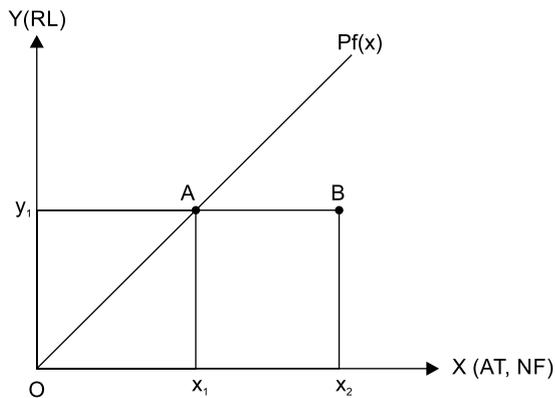


Figura 1. Representação gráfica da eficiência técnica da firma B em relação à firma A, dada a fronteira de produção OP.

modo, o problema de programação linear com retornos constantes de escala, conforme representado em (1), pode ser facilmente modificado para atender à pressuposição de RV pela adição de uma restrição de convexidade, $N1'\lambda = 1$:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \quad (2)$$

sujeito a

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

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

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0,$$

sendo $N1$ um vetor $N \times 1$ de uns. A restrição de convexidade ($N1'\lambda = 1$) assegura, essencialmente, que a firma ineficiente é somente comparada com uma firma de igual tamanho. O ponto projetado para a firma sobre a fronteira DEA será uma combinação convexa de firmas observadas. Portanto, no caso DEA com RC, a firma pode ser comparada com firmas que são substancialmente maiores ou menores do que ela (Coelli, 1998). Nesse caso, os pesos λ poderão somar um valor maior do que 1.

A Figura 2 mostra uma fronteira de produção com retornos variáveis de escala – A, B, C e D são firmas. AB exibe retornos crescentes de escala, B exibe retornos constantes de escala, e BC e CD exibem retornos decrescentes de escala.

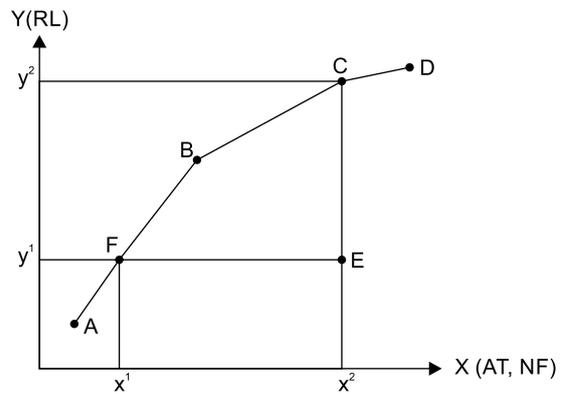


Figura 2. Fronteira de produção com retornos variáveis de escala.

A firma E é uma firma ineficiente e pode ser comparada com a firma F (uma combinação convexa de A e B) na fronteira de retornos variáveis de escala. A firma E pode reduzir seus insumos de x^2 para x^1 , sendo F, que produz y^1 com x^1 , seu *benchmark*. Isso ocorre quando a firma E é analisada pela ótica dos insumos. Quando analisada pela ótica do produto, a firma E terá como *benchmark* a firma C, que produz y^2 utilizando x^2 .

Dada a pressuposição de RV para a tecnologia, os escores de eficiência técnica obtidos sob a pressuposição de RC podem ser decompostos em dois componentes: um decorrente da ineficiência de escala e um decorrente da ineficiência técnica pura:

$$ET_{RC} = ET_{RV} \times E_{ESC} \quad (3)$$

$$E_{ESC} = ET_{RC} / ET_{RV} \quad (4)$$

ET_{RC} é a eficiência técnica obtida sob a pressuposição de RC.

ET_{RV} é a eficiência técnica obtida sob a pressuposição de RV.

E_{ESC} é a eficiência de escala.

Contudo, a medida de eficiência de escala obtida de (2) não indica se a firma está operando em uma área de retornos crescentes ou decrescentes de escala. Esse problema pode ser contornado resolvendo um problema DEA

adicional com retornos não crescentes à escala impostos. Para isso, altera-se (2), substituindo a restrição $N1'\lambda = 1$ por $N1'\lambda \leq 1$:

$$\text{Min}_{\theta, \lambda} \theta \quad (5)$$

sujeito a

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

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

$$N1'\lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq 0$$

Os retornos crescentes e decrescentes de escala são calculados considerando a diferença entre os escores de eficiência técnica obtidos, pela solução do problema DEA, em (2) e aqueles obtidos pela solução do problema DEA, em (5). Escores iguais indicam firmas operando com retornos decrescentes de escala e, ao contrário, com retornos crescentes.

Neste trabalho foi utilizado o DEA Frontier Software (Zhu, 2009). O DEA Frontier Software é um *add-in* para o Excel, que permite que as análises sejam feitas na própria pasta do Excel onde está o arquivo de dados.

Resultados empíricos

A Tabela 2 mostra os segmentos do agronegócio avaliados – com as variáveis de decisão escolhidas para medição da eficiência produtiva. Obteve-se a relação entre número de funcionários e ativos totais para avaliar quais são os segmentos mais intensivos em mão de obra e quais são mais intensivos em capital.

O segmento de aves e suínos é o mais intensivo em mão de obra (12,14), seguido dos segmentos de óleos, farinhas e conservas (10,36) e têxtil (10,36), coincidentemente, com a mesma produtividade da mão de obra. As empresas

Tabela 2. Relação entre capital e trabalho (NF/AT), receita líquida (RL), ativos totais (AT) e número de funcionários (NF) e suas participações na receita líquida, ativos totais e número de funcionários da amostra total.

Segmento	NE ⁽¹⁾	RL \bar{X} (US\$ milhão)	%	AT \bar{X} (US\$ milhão)	%	\bar{X} NF	%	NF/AT
Açúcar e álcool	30	246,40	4,29	524,16	7,48	2.834,37	10,45	5,41
Aduos e defensivos	29	510,57	8,89	551,31	7,86	786,17	2,90	1,43
Algodão e grãos	37	449,68	7,83	387,23	5,52	1.087,84	4,01	2,81
Aves e suínos	24	541,35	9,43	395,64	5,64	4.801,08	17,71	12,14
Café	13	247,03	4,30	182,54	2,60	467,62	1,72	2,56
Carne bovina	5	678,94	11,82	1.189,02	16,96	4.839,60	17,85	4,07
Leite e derivados	16	256,64	4,47	189,04	2,70	1.055,56	3,89	5,58
Madeira e celulose	14	682,90	11,89	2.501,36	35,68	2.920,50	10,77	1,17
Máquinas e equipamentos	6	160,27	2,79	158,19	2,26	1.264,17	4,66	7,99
Nutrição e saúde animal	9	212,61	3,70	336,91	4,81	882,33	3,25	2,62
Óleos, farinhas e conservas	21	1.558,13	27,13	164,31	2,34	1.702,57	6,28	10,36
Têxtil	8	198,91	3,46	431,32	6,15	4.469,25	16,48	10,36
Total	212	5.743,45	100	7.011,03	100	27.111,06	100	

⁽¹⁾ Número de empresas por segmento.

Fonte: Edição especial da Revista Exame (Melhores..., 2018) e dados da pesquisa.

menos intensivas em mão de obra foram as do segmento de madeira e celulose (1,17), seguidas por aquelas do segmento de adubos e defensivos (1,43). O segmento com maior receita líquida por empresa foi o de óleos, farinhas e conservas, com uma participação de 27,13% do total. Contudo, a participação nos ativos totais da amostra foi de apenas 2,34%. O segmento com maior participação de ativos na amostra foi o de madeira e celulose, com 35,68%, seguido pelo de carne bovina, com 16,96%.

A Tabela 3 mostra as médias das medidas de eficiência técnica com retornos variáveis de escala (ERVE), eficiência técnica com retornos constantes de escala (ERCE) e eficiência de escala (EESC) para cada segmento da amostra.

A ERVE dos segmentos analisados foi em média de 73,80% em 2017, o que significa dizer que foram utilizados ineficientemente mais ativos e funcionários do que o necessário para obter uma unidade de produto, aumentando assim o custo de produção da amostra de empresas, segundo Ferrier (1994), em 35,50%. A EESC média foi de 80,60%, indicativo de que os segmentos podem reduzir os ativos e número de funcionários em 24,07%, $[1/EESC = 1 / 0,806] \times 100$, passando

a produzir na região de retornos constantes de escala. Tal decisão pode não ser estrategicamente viável, nem do ponto de vista da desmobilização de ativos permanentes nem do ponto de vista social, com a demissão de funcionários. Muito da ineficiência de escala pode ser atribuída ao baixo nível de produção (*proxy* RL) em relação a sua capacidade instalada. As ineficiências de escala podem guardar relação, em parte, com o contexto de retração da demanda real, diante da demanda projetada pelas empresas.

A retração da demanda pode ser creditada à elevada taxa de desemprego, baixos salários, preços dos produtos elevados, margens de lucro impostas pelo varejo e taxa de juro elevada praticada pelo sistema financeiro, principalmente para capital de giro e consumo. A ETRC foi de 62,70%, mas neste trabalho dá-se maior peso à medida de eficiência com retornos variáveis de escala (ERVE), já que muitas empresas são ineficientes em escala. A pressuposição de retornos variáveis de escala permite definir as regiões de retornos crescentes, constantes e decrescentes de escala. Os segmentos que operaram com menor ERVE foram o de nutrição e sanidade animal, ERVE = 46,00%, e o de algodão e grãos (50,30%). Os segmento mais eficientes foram o

Tabela 3. Eficiência técnica e de escala dos segmentos analisados, participação das exportações na receita líquida (R) e grau de endividamento (END).

Segmento	NE ⁽¹⁾	ERVE	ERCE	EESC	EX/RL (%) ⁽²⁾	END G (%) ⁽³⁾
Açúcar e álcool	30	0,720	0,536	0,76	31,99	60,00
Adubos e defensivos	29	0,690	0,603	0,88	3,76	62,00
Algodão e grãos	37	0,500	0,420	0,86	30,24	63,90
Aves e suínos	24	0,870	0,747	0,86	19,41	65,70
Café	13	0,838	0,666	0,798	47,35	63,00
Carne bovina	5	0,847	0,645	0,737	35,28	72,30
Leite e derivados	16	0,670	0,697	0,88	4,32	50,00
Madeira e celulose	14	0,868	0,778	0,876	43,05	64,70
Máquinas e equipamentos	6	0,832	0,508	0,612	23,36	54,00
Nutrição e saúde animal	9	0,460	0,616	0,733	9,32	41,00
Óleos, farinhas e conservas	21	0,731	0,647	0,897	57,59	58,00
Têxtil	8	0,83	0,665	0,78	7,77	42,00
Total	212	0,738	0,627	0,806	26,11	58,05

⁽¹⁾ Número de empresas por segmento. ⁽²⁾ Participação das exportações na RL do segmento. ⁽³⁾ Grau de endividamento do segmento.

de aves e suínos (87,00%) e de madeira e celulose (86,80%), ambos com EESC elevada, 86% e 87,60%, respectivamente.

Deve-se salientar que ineficiências elevadas no modelo empregado para determinados segmentos, neste trabalho, significa dizer que, em média, a amostra de empresas que compõem determinado segmento está gastando mais ativos (circulantes e permanentes e mão de obra) para produzir uma unidade de receita líquida do que a média da amostra de outras empresas de outros segmentos, sem comparar, contudo, empresas entre segmentos, apenas dentro de segmentos.

O grau de endividamento dos segmentos não foi elevado, média de 58,05%, sendo o mais endividado o de carne bovina, com 72,30%, segundo dados publicados no ranking da revista Exame (Melhores..., 2018). Uma análise de regressão foi feita para avaliar se a participação das exportações e o grau de endividamento explicavam parte da variação eficiência produtiva das empresas, mas os testes estatísticos não mostraram efeitos significativos.

A Tabela 4 mostra a distribuição percentual das empresas dentro de segmentos nas

regiões de retornos constantes, decrescentes e crescentes de escala.

Desde que empresas e respectivos segmentos que operam na região de retorno decrescente de escala o fazem a custos crescentes, e as que operam na região de retornos crescentes o fazem a custos decrescentes, pode-se constatar da Tabela 4 que 75% das empresas do segmento têxtil estão operando a custos crescentes e 25% na região de retornos constantes de escala, enquanto 80,95% das empresas do segmento de óleos, farinhas e conservas estão operando a custos decrescentes.

Considerações finais

Infelizmente, não foi possível obter informações completas de todas as 400 empresas listadas na publicação especial da revista Exame. A maioria das empresas é de capital fechado. Além disso, ressalta-se que os resultados deste estudo se referem ao curto prazo (apenas a 2017), sendo evidente que, para concluir sobre a eficiência técnica e de escala das empresas, os dados não podem ser apenas transversais – deve-se trabalhar com uma base de dados longitudinais.

Tabela 4. Distribuição percentual das empresas dentro de segmentos nas regiões de retornos constantes, decrescentes e crescentes de escala.

Segmento	NE ⁽¹⁾	NERRCE ⁽²⁾ (%)	NERRDE ⁽³⁾ (%)	NERRCE ⁽⁴⁾ (%)	Total (%)
Açúcar e álcool	30	6,67	20,00	73,33	100
Abugos e defensivos	29	13,79	44,83	41,38	100
Algodão e grãos	37	5,41	27,03	67,57	100
Aves e suínos	24	12,50	70,83	16,67	100
Café	13	23,08	15,38	61,54	100
Carne bovina	5	20,00	40,00	40,00	100
Leite e derivados	16	12,50	68,75	18,75	100
Madeira e celulose	14	42,86	28,57	28,57	100
Máquinas e equipamentos	6	16,67	50,00	33,33	100
Nutrição e saúde animal	9	22,22	33,33	44,44	100
Óleos, farinhas e conservas	21	9,52	9,52	80,95	100
Têxtil	8	25,00	75,00	0,00	100

⁽¹⁾ Número de empresas por segmento. ⁽²⁾ Número de empresas na região de retornos constantes de escala. ⁽³⁾ Número de empresas na região de retornos decrescentes de escala. ⁽⁴⁾ Número de empresas na região de retornos crescentes de escala.

Contudo, o trabalho não deixa de ser relevante por evidenciar que existem ineficiências técnicas e de escala nos segmentos do agronegócio, a serem gerenciadas no curto prazo. A análise de eficiência favorece a tomada de decisão empresarial. A ferramenta DEA existe há muito tempo, mas não recebe a merecida importância dos gestores, por desconhecimento, por causa da pouca divulgação em revistas não acadêmicas, ou mesmo por falta de interesse ou falta de entendimento com relação a sua aplicação. Podem existir resistências das empresas em ver sua eficiência operacional desvendada.

Entretanto, ineficiências individuais de uma ou outra empresa não precisam ficar evidentes para o mercado, mas apenas para o próprio empresário, desde que o estudo seja bem codificado. Neste trabalho, por exemplo, não foram citadas as empresas mais ineficientes, apenas os segmentos. Contudo, as informações sobre elas ajudariam muito o empresário a melhorar o desempenho operacional da sua empresa. O maior mérito da análise é a identificação de *benchmarks* no conjunto de empresas analisadas, já que a eficiência é relativa. É uma técnica que se presta muito bem para a gestão de empresas, cujos preços são formados pelo mercado. Contudo, foge do escopo deste trabalho fazer uma análise detalhada de segmento por segmento – os resultados de eficiência por empresa dentro de segmento não foram aqui discutidos –, até por uma questão de espaço. Algumas empresas podem ajustar os seus ativos com mais facilidade e alcançar tamanhos mais eficientes do que outras.

Finalmente, pode-se afirmar que a ineficiência técnica de empresas dentro de segmentos evidencia que elas não estão explorando no limite, no potencial da tecnologia. Mas também não significa que os *benchmarks* estejam. Os *benchmarks* podem estar no limite da tecnologia, ou não, mas certamente exploram melhor o seu potencial em relação a seus pares.

Referências

- CERETTA, P.S. Investigação empírica da eficiência no setor de alimentos. **Gestão & Produção**, v.6, p.162-169, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X1999000300003>.
- CHARNES, A.; COOPER, W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v.2, p.429-444, 1978. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- COELLI, T.; RAO, D.S.P.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. New York: Springer, 1998. p.133-160. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5493-6_6.
- FERRIER, G.D. Ownership type, property rights, and relative efficiency. In: CHARNES, A.; COOPER, W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L.M. (Ed.). **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and applications**. New York: Springer, 1994. p.273-283. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-011-0637-5_14.
- FRIED, H.O.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, S.S. (Ed.). **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. Oxford: Oxford University Press, 1993. 426p.
- MELHORES e maiores: as 1000 maiores empresas do Brasil. **Exame**, ed.2018, ago. 2018. 366p. Edição Especial.
- SING, S.; COELLI, T.; FLEMING, E. Performance of dairy plants in the cooperative and private sectors in India. **Annals of Public and Cooperative Economics**, v.72, p.453-479, 2001.
- TUPY, O. Eficiência produtiva de empresas da indústria de alimentos no Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Sober, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032009000200002>.
- TUPY, O. **Fronteiras estocásticas, dualidade neoclássica e eficiência econômica na produção de frangos de corte**. 1996. 91p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- TUPY, O.; VIEIRA, M.C.; ESTEVES, S.N. Eficiência produtiva de cooperativas de laticínios do estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.33, p.37-46, 2003.
- ZHU, J. **Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets**. 2nd ed. Worcester: Springer, 2009. 323p.