

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DA PRODUÇÃO DA SOCIOBIODIVERSIDADE BRASILEIRA POR MEIO DE MODELOS DE FRONTEIRA ESTOCÁSTICA

A TECHNICAL EFFICIENCY ANALYSIS OF THE BRAZILIAN SOCIOBIODIVERSITY PRODUCTION USING STOCHASTIC FRONTIER MODELS

**Grupo de Trabalho (GT): GT11. Elaboração e análise de política agrícola e políticas
públicas de desenvolvimento rural**

Autor: Humberto F. S. Spolador

Filiação: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP)

Núcleo de Estudos e Estratégias em Produtividade e Eficiência da ESALQ – NEEPE ESALQ USP

e-mail: hspolador@usp.br

Autor: André F. Danelon

Filiação: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP)

Núcleo de Estudos e Estratégias em Produtividade e Eficiência da ESALQ – NEEPE ESALQ USP

e-mail: andre.danelon@usp.br

Resumo

A partir dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) voltados para a proteção do meio ambiente, redução da pobreza e promoção do desenvolvimento sócio econômico, a produção da sociobiodiversidade apresenta potencial para promover desenvolvimento sustentável do país com a geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais. Em 2009, o governo federal brasileiro lançou o Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade, com o principal objetivo de desenvolver e consolidar mercados sustentáveis para esses produtos. Nesse contexto, este trabalho busca avaliar o desempenho econômico dos produtos da sociobiodiversidade, e apresenta estimativas de scores de eficiência técnica da produção utilizando dados referentes a 22 lavouras e 68 municípios entre os anos de 2008-2022. Para isso, foi implementado um modelo de fronteira estocástica orientado para o produto; os resultados indicam uma eficiência técnica média de 70% e diminuição da produtividade ao longo do período analisado, sugerindo que há amplo espaço para políticas públicas e investimentos privados para aumentar a competitividade econômica desta atividade, o que pode aumentar o potencial desses produtos para promover a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento regional.

Palavras-chave: Sociobiodiversidade, eficiência técnica, fronteira estocástica

Abstract

Based on the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) aimed at protecting the environment, reducing poverty, and promoting socio-economic development, socio-biodiversity production might spur the country's sustainable development by increasing social, economic, environmental, and social benefits. In 2009, the Brazilian federal government implemented the National Plan for the Promotion of Sociobiodiversity Product Chains, aiming develop and consolidate sustainable markets for these products. This paper presents estimations of technical efficiency scores for Brazilian socio-biodiversity production using data from 22 crops and 68 municipalities between 2008 and 2022. Therefore, we implemented an output-oriented stochastic frontier model; the results indicate an average technical efficiency of 70% and a declining productivity over time, suggesting that public policies and private investments might increase the sector's economic competitiveness, improving the potential of these economic activities to promote environmental sustainability and regional development.

Key words: Sociobiodiversity, technical efficiency, stochastic frontier

1. Introdução

Conforme as projeções das Nações Unidas, em 2050 a população mundial será algo em torno de 25% superior ao contingente atual, o que representaria algo em torno de 9,7 bilhões de pessoas (ONU, 2019). Como consequência do crescimento populacional, o aumento da demanda por alimentos estabelece a necessidade de intensificar a produção agrícola em áreas já exploradas para evitar o crescimento extensivo em novas áreas, bem como a preservação de ecossistemas (Cassman et al., 2003).

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) define os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) voltados para a proteção do meio ambiente, redução da pobreza e promoção do desenvolvimento sócio econômico. Nesse contexto, tanto os países de alta renda como os países em desenvolvimento têm desafios ambientais, sociais e econômicos nas próximas décadas, uma vez que o crescimento da renda, especialmente das economias emergentes, sustenta o crescimento da demanda por serviços de saúde, produtos agrícolas e florestais (OCDE, 2009). Portanto, a agenda socioeconômica brasileira visando a preservação de recursos ambientais exige a geração de renda ecologicamente sustentável para populações mais carentes.

Em razão do potencial e oportunidades apresentadas pela bioeconomia para promover desenvolvimento sustentável do país com a geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais, o governo federal brasileiro lançou em 2009 o Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade (BRASIL, 2009), no qual aponta que “O Plano tem como principal objetivo desenvolver ações integradas para a promoção e fortalecimento das cadeias de produtos da sociobiodiversidade, com agregação de valor e consolidação de mercados sustentáveis” (Brasil, 2009, p. 7). Nesse contexto, este artigo busca avaliar o desenvolvimento da cadeia de produtos da sociobiodiversidade, e obter medidas empíricas da evolução da produtividade e eficiência dessa cadeia no Brasil. Para tanto, são estimados os *scores* de eficiência técnica da produção relacionada à sociobiodiversidade brasileira ao nível municipal, utilizando os dados publicados pela CONAB referentes à produção da sociobiodiversidade brasileira para 22 lavouras em 68 municípios no período de 2008-2022.

Portanto, está colocado um desafio de médio e longo prazo pelo uso sustentável de recursos biológicos que promova o desenvolvimento sustentável em nível global, que elevará a pressão por mudanças direta e indireta de uso de solo no Brasil caso o desempenho da produtividade agrícola não sustente o crescimento observado nas últimas três décadas. Nesse sentido, identificar os ganhos de produtividade da bioeconomia no Brasil estimula o crescimento econômico com desenvolvimento social e preservação ambiental. A obtenção de indicadores de desempenho econômico é fundamental para guiar a elaboração de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável. Esses mercados precisam apresentar elevada eficiência técnica e manutenção ou ganhos de produtividade ao longo do tempo, indicadores esses que são mensurados pelo modelo empírico proposto por esta pesquisa.

2. Metodologia

A base de dados utilizada neste artigo é toda publicada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) referentes aos custos de produção da sociobiodiversidade brasileira; sendo 22 lavouras em 68 municípios no período de 2008-2022, o que corresponde a 702 observações (ver anexo A).

Com base em Kumbhakar; Lovell (2000), define-se o modelo tradicional de fronteira estocástica orientado para o produto é tradicionalmente definido como:

$$y_{it} = A * f(x_{it}, \beta) e^{v_{it} - u_i} \quad (1)$$

onde: y_{it} é o produto gerado pela i -ésimo município produtor no período t ; $f(x_{it}, \beta)$ é a fronteira que representa a função de produção comum a todos os municípios produtores; x_{it} é o vetor dos insumos utilizados pelo i -ésimo município produtor no período t ; β é o vetor dos coeficientes a serem estimados; v_i é o termo aleatório, e u_i é a ineficiência técnica invariante no tempo da i -ésima firma produtora. A variável A indica o nível de produtividade seguindo uma tecnologia Hicks-Neutra.

A ineficiência técnica (u_i) é definida como a diferença entre a quantidade máxima possível de ser produzida e a produção efetivamente alcançada pelo produtor, ou seja, $u_i = \ln y_i^* - \ln y_i$, onde $\ln y_i^*$ é o logaritmo natural do máximo produto e $\ln y_i$ é o logaritmo natural do produto observado. Portanto, a partir desta medida tem-se, em termos percentuais, o quanto que a produção poderia aumentar, sem que fossem alteradas as quantidades de insumos utilizadas. De forma alternativa, pode-se representar a ineficiência técnica como $(\exp(-u_i) = y_i/y_i^*)$, ou seja, o quanto se está produzindo em relação ao produto potencial definido pela fronteira de produção.

A tecnologia de produção $f(x_{it}, \beta)$ pode ser tanto Cobb-Douglas (CD) quanto translog (TL), sendo que usualmente a escolha sobre a forma funcional baseia-se no Teste de Wald. Admitindo-se que os parâmetros de $f(x_i, \beta)$ são lineares, é possível escrever a expressão (1) na forma logarítmica para a tecnologia Cobb-Douglas e considerando que o termo de ineficiência segue uma distribuição half-normal, de modo que:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i \ln x_{it} + \sum_{j=1}^M \delta_j D_j + \sum_{s=1}^S \rho_s UF_s + v_i - u_i \quad (2)$$

onde δ_j representam os coeficientes associados às variáveis binárias para os j -produtos da sociobiodiversidade D_j , ρ_s são os coeficientes associados às diferentes unidades federativas presentes na amostra, $v_i \sim N(0; \sigma_v^2)$ e $u_i \sim N^+(0; \sigma_u^2)$.

Por outro lado, ao adotar uma tecnologia translog, é possível escrever a expressão (1) como:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i \ln x_{it} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{m=1}^M \beta_{im} \ln x_{it} * \beta_m \ln x_{mt} + \sum_{j=1}^M \delta_j D_j + \sum_{s=1}^S \rho_s UF_s + v_{it} - u_i \quad (3)$$

onde $\sum_{i=1}^N \sum_{m=1}^M \beta_{im} \ln x_{it} * \beta_m \ln x_{mt}$ representa a soma dos produtos cruzados dos fatores de produção.

Dado que um mesmo município pode apresentar múltiplos produtos da sociobiodiversidade, este trabalho adotou o uso de dados empilhados, adicionando variáveis binárias para controle dos produtos e também para a unidade de federação associada ao município. Para estimar a função de produção, utilizou-se os dados disponíveis pela CONAB normalizados por hectare. Logo, a função de produção conta com 2 fatores de produção explícitos (capital e trabalho), no qual adota-se como variável de trabalho o valor total com gastos operacionais associados à mão de obra empregada e o capital foi obtido a partir da

identidade contábil a partir dos custos de produção levantados (ou seja, representam todos os gastos não associados ao fator trabalho). Seja C o total de gastos operacionais e L o total de despesas operacionais com trabalhadores, considera-se que $K = C - L$ (Anexo B).

3. Resultados

Ambos os modelos indicam a presença de ineficiência técnica no processo produtivo dos produtos da sociobiodiversidade, bem como indicam uma tendência de diminuição do progresso técnico ao longo do tempo, estimada em 3,92% ano. Esses resultados preliminares indicam um amplo espaço para o desenvolvimento de políticas públicas e investimentos privados voltados para impulsionar a produtividade do setor e, conseqüentemente, colaborando com o desenvolvimento regional (Anexo C)

A partir dos resultados estimados, foi possível obter as estimativas de eficiência técnica (TE) para cada produto e município analisado. Nos resultados são semelhantes para ambos os modelos TL e CD; em média (desvio-padrão), o modelo TL indica uma TE de 69,96% (13,32%), enquanto os resultados para o modelo CD indicam uma TE de 70,08% (11,31%). Isso sugere que a produção média pode aumentar em até 30% considerando uma dada quantidade de fatores de produção empregados nas atividades. Por outro lado, a eficiência técnica também é heterogênea entre as culturas. Enquanto os produtos como Juçara e Babaçu possuem eficiência técnica estimada acima de 80%, produtos como Castanha do Brasil apresentam uma heterogeneidade muito maior entre os municípios produtores (Anexo D).

4. Considerações Finais

Os produtos da sociobiodiversidade tem o potencial de gerar renda, diversificar a oferta de alimentos para a população e contribuir para a preservação ambiental no Brasil. Esse potencial é reconhecido pelo Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade, lançado em 2009, com o objetivo de gerar renda e desenvolver mercados sustentáveis simultaneamente. Contudo, para que esses objetivos sejam atingidos, o manejo deve ser feito de maneira a preservar e elevar a produtividade desses produtos, garantindo renda e o uso sustentável dos recursos naturais.

Este trabalho, ao trazer uma análise da eficiência técnica desses produtos entre 2008 e 2022, obtém evidências de que a produtividade é decrescente ao longo do tempo, acompanhada de uma elevada ineficiência técnica no processo produtivo. Esses resultados sugerem a necessidade de um olhar mais detalhado para cada cultura e coordenação dos agentes públicos e privados para disseminar boas práticas e melhorias no processo produtivo, a fim de assegurar a sustentabilidade econômica do setor e, por consequência, avançar na agenda de sustentabilidade ambiental assumida pelo Brasil.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade. 2009. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/1024>.
- CASSMAN KG, DOBERMANN, A., WALTERS, D.T., YANG, H., 2003. Meeting cereal demand while protecting natural resources and improving environmental quality. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28, 315–358.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Planilhas de Custos de Produção – Sociobiodiversidade. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao#sociobiodiversidade-2>



KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic Frontier Analysis**. 2000. Cambridge University Press, Cambridge, 344 p.
ONU - Nações Unidas Brasil. 2019. Disponível em URL: <https://brasil.un.org/pt>

ANEXO A - Estatística descritiva por produto da sociobiodiversidade

Produto	N	Média	sd
Andiroba	16	3,735.50	3,392.61
Açaí	63	9,664.29	19,781.64
Babaçu (Amêndoa)	64	1,206.44	662.32
Baru (Amêndoa)	25	771.67	385.87
Baru (Fruto)	16	8,286.00	816.87
Borracha Natural	73	961.16	311.67
Buriti (Fibra)	9	19.20	0.00
Buriti (Fruto)	11	1,421.82	1,300.28
Buriti (Palha)	5	140.00	0.00
Buriti (Polpa)	17	484.71	82.32
Cacau	32	975.94	883.91
Castanha do Bras	66	10,904.00	6,664.80
Fava D'Anta	8	9,900.00	4,383.08
Juçara (Fruto)	16	4,312.50	1,802.54
Juçara (Polpa)	4	4,000.00	0.00
Licuri	5	7,500.00	0.00
Macaúba	25	14,383.20	9,964.19
Mangaba	44	6,856.82	7,899.19
Murumuru	11	11,445.27	6,179.59
Pequi	62	13,238.68	6,950.73
Piaçava	36	5,680.42	1,133.26
Pinhão	35	2,555.43	1,476.60

Fonte: CONAB (2023) e elaboração própria

ANEXO B - Estatística descritiva dos fatores de produção adotados no modelo empírico.

Variável	Descrição	N	Média	DP
Y	Produto por hectare	702	6.749,93	10.680,82
L	Despesas com trabalhadores por hectare	702	10.519,63	32.802,32
K	Demais despesas operacionais por hectare	702	5.136,05	33.982,19

DP: desvio-padrão.

Fonte: CONAB (2023) e elaboração própria



ANEXO C - Resultados do modelo empírico

	TL		CD	
	Coeficiente	SE	Coeficiente	SE
Frontier				
ln(capital)	0.150****	(0.0189)	0.165****	(0.0212)
ln(trabalho)	0.700****	(0.0263)	0.584****	(0.0278)
ln(capital) ²	0.204****	(0.0171)		
ln(trabalho) ²	0.424****	(0.0353)		
ln(capital)_ln(trabalho)	-0.333****	(0.0253)		
Ano	-0.0392****	(0.00531)	-0.0433****	(0.00603)
Produtos				
Andiroba	0	(.)	0	(.)
Açaí	0.244**	(0.120)	0.215 ⁺	(0.132)
Babaçú (Amêndoa)	-1.459****	(0.265)	-0.446 ⁺	(0.298)
Baru (Amêndoa)	-1.618****	(0.225)	-1.682****	(0.254)
Baru (Fruto)	2.057****	(0.229)	2.069****	(0.262)
Borracha Natural	-1.861****	(0.116)	-1.833****	(0.133)
Buriti (Fibra)	-3.374****	(0.293)	-2.885****	(0.331)
Buriti (Fruto)	-0.340**	(0.163)	-0.348*	(0.183)
Buriti (Palha)	-1.145****	(0.225)	-1.670****	(0.232)
Buriti (Polpa)	-1.317****	(0.225)	-0.646**	(0.257)
Cacau	-1.362****	(0.126)	-1.249****	(0.143)
Castanha do Brasil	-0.0275	(0.122)	0.154	(0.138)
Fava D'Anta	1.776****	(0.256)	1.797****	(0.288)
Juçara (Fruto)	-0.344	(0.341)	0.0715	(0.388)
Juçara (Polpa)	-1.279***	(0.420)	-0.294	(0.463)
Licuri	1.534****	(0.227)	1.696****	(0.264)
Macaúba	1.598****	(0.219)	1.715****	(0.245)
Mangaba	-0.107	(0.194)	0.139	(0.226)
Murumuru	0.479***	(0.158)	0.673****	(0.183)
Pequi	1.623****	(0.202)	1.621****	(0.227)
Piaçava	-0.145	(0.153)	0.122	(0.173)
Pinhão	-0.564**	(0.256)	0.0317	(0.288)
Pirarucu	0.00124	(0.316)	-0.427*	(0.226)
Umbu	0.780****	(0.170)	1.207****	(0.195)
UF				
AC	0	(.)	0	(.)
AM	-0.342****	(0.0698)	-0.610****	(0.0763)
AP	-0.0226	(0.200)	0.152	(0.233)
BA	-0.413***	(0.138)	-0.836****	(0.158)
CE	-0.846****	(0.206)	-1.098****	(0.227)
GO	-0.999****	(0.203)	-1.074****	(0.225)
MA	0.0968	(0.255)	-0.854***	(0.283)
MG	-0.607****	(0.168)	-0.920****	(0.188)
MS	-0.975****	(0.261)	-1.245****	(0.293)
MT	-0.965****	(0.210)	-1.039****	(0.232)

	TL		CD	
	Coeficiente	SE	Coeficiente	SE
PA	-0.00359	(0.0914)	-0.255**	(0.103)
PB	-0.418**	(0.172)	-0.749****	(0.206)
PI	0.217	(0.298)	-1.033***	(0.329)
PR	-0.212	(0.260)	-1.050****	(0.289)
RN	0.345 ⁺	(0.215)	-0.167	(0.247)
RS	-0.284	(0.289)	-0.869***	(0.325)
SC	-0.525*	(0.274)	-1.273****	(0.308)
SE	-0.534***	(0.194)	-0.617***	(0.232)
SP	-0.518 ⁺	(0.349)	-0.814**	(0.397)
TO	0.446 ⁺	(0.292)	-0.680**	(0.325)
Constant	87.80****	(10.70)	96.40****	(12.15)
usigmas				
Constante	-1.251****	(0.119)	-1.303****	(0.144)
Vsigmas				
Constante	-2.879****	(0.158)	-2.316****	(0.121)
N	702		702	

Erro padrão entre parênteses. ⁺ $p < 0.15$, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$, **** $p < 0.001$

Fonte: Resultados da pesquisa

ANEXO D - Estimativas de Eficiência Técnica (TE) de acordo com os modelos empíricos estimados para cada um dos produtos da sociobiodiversidade.

