

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NA AMAZÔNIA ENTRE 2007 E 2017

Marcos Rodrigues - marcos.rodrigues.adm@gmail.com
David Costa Correia Silva - davidcorreiasilva@hotmail.com

* Submissão em: 15/08/2019 | Aceito em: 19/12/2019

RESUMO

O objetivo deste artigo foi realizar um comparativo da eficiência do uso dos fatores de produção sobre o resultado da produção agrícola na Amazônia. Foi empregado o método da Análise Envoltória de Dados (DEA) para determinar as micro e mesorregiões de Mato Grosso, Pará e Rondônia eficientes na produção agrícola entre 2007 e 2017. Os resultados demonstraram que houve uma redução de sete mesorregiões eficientes para cinco, enquanto em as microrregiões eficientes reduziram de 12 para nove no período analisado. Também se observa a queda no rendimento no uso dos recursos produtivos quando comparados com o valor da produção agrícola, inclusive para as unidades eficientes. O desmatamento não é necessariamente ligado à elevação da eficiência agrícola. Se faz necessário o aperfeiçoamento de políticas de crédito e assistência técnica, bem como maior participação do setor privado e dos agricultores para contornar a queda de eficiência da produção agrícola na Amazônia observada última década.

Palavras-chaves: Análise Envoltória de Dados; desmatamento; crédito rural; agricultura.

ANALYSIS OF AMAZON AGRICULTURAL PRODUCTION EFFICIENCY BETWEEN 2007 AND 2017

ABSTRACT

The objective of this article was to perform a comparative of the efficiency of the use of the factors of production on the result of agricultural production in the Amazon. The Data Envelopment Analysis (DEA) method was used to determine the micro and mesoregions of Mato Grosso, Pará and Rondônia efficient in agricultural production between 2007 and 2017. The results showed that there was a reduction of seven efficient mesoregions to five, while in the efficient microregions reduced from 12 to 9 in the analyzed period. The decline in income in the use of productive resources is also observed when compared to the value of agricultural production, including for efficient units. Deforestation is not necessarily linked to the increase in agricultural efficiency. It is necessary to improve credit policies and technical assistance, as well as greater participation of the private sector and farmers to overcome the fall in the efficiency of agricultural production in the Amazon observed in the last decade.

Keywords: Data Envelopment Analysis; deforestation; rural credit; agriculture.

1 INTRODUÇÃO

Em um contexto em que ocorrem debates sobre a capacidade de resiliência do meio ambiente em suportar o crescimento da economia, principalmente em países emergentes no qual o crescimento da renda é impulsionado pelo desmatamento (CRESPO CUARESMA; HEGER, 2019) é interessante direcionar a análise para o campo da eficiência no uso dos recursos, em especial para produção agrícola e pecuária, visto que o setor primário detém impactos diretos no meio ambiente, sobretudo, em razão do *tradeoff* entre áreas conservadas e produção de *commodities*.

Ainda a respeito das questões ambientais, a Amazônia brasileira é um dos principais alvos de críticas por causa do desmatamento, muitas investigações têm sido realizadas sobre a causa desse problema, em geral, ligado a produção de madeira, carne e grãos (FEARNSIDE, 2001; GODAR; TIZADO; POKORNY, 2012; RIVERO *et al.*, 2009). Elevar a eficiência de tais produções pode ser um caminho para evitar tanto a expansão desnecessária do desmatamento na região como também produzir mais com emprego de menos recursos. Algumas medidas institucionais, como o caso da Moratória da Soja (GIBBS *et al.*, 2015) e a valorização da produção (NEPSTAD *et al.*, 2014) são importantes ferramentas tanto para reduzir o desmatamento como também para elevar a eficiência das unidades operacionais agrícolas.

Embora haja muitos estudos sobre a causa do desmatamento, pouca atenção é dada ao estudo da eficiência da produção agrícola na Amazônia e como esta se comporta quando se compara as unidades regionais. Seria a produção agrícola na Amazônia ineficiente e desmatadora? Quais as causas da ineficiência na alocação de recursos na Amazônia? Responder a tais perguntas permite melhor direcionamento das políticas públicas ao setor e identificar os gargalos existentes, contribuindo para o desenvolvimento de uma produção agrícola sustentável de longo prazo.

O objetivo deste artigo foi realizar um comparativo da eficiência do uso dos fatores de produção sobre o resultado da produção agrícola entre as micro e mesorregiões de Mato Grosso, Pará e Rondônia. Para cumprir esse objetivo discutimos a questão a eficiência técnica na seção 2, na qual abordamos os desafios da produção agrícola na Amazônia, em seguida, na seção 3 apresentamos a metodologia da Análise Envoltória de Dados que, por meio de modelagem matemática, permite verificar as unidades produtivas eficientes, assim, como estabelecer um *ranking* a partir dessa verificação, o que será observado na seção 4 que trata dos resultados da modelagem. Por fim, na quinta seção, apresentamos as considerações finais.

2. EFICIÊNCIA TÉCNICA E PRODUÇÃO AGRÍCOLA: DESAFIOS NA AMAZÔNIA

Uma das definições de economia é a de ser a ciência que estuda a alocação dos recursos escassos (MANKIW, 2014, p. 4). Tal definição decorre do fato de existirem limites à disponibilidade de acesso a fatores produtivos, como: trabalho, máquinas e equipamentos, recursos financeiros e naturais. Nesse sentido, um dos principais objetivos da economia é a gestão produtiva que se dá pela busca da eficiência, a qual, em geral, é definida como a melhor maneira de se obter resultados com o mínimo de dispêndio.

A eficiência econômica de uma firma pode ser definida por vários pontos de vistas. Farrel (1957) estabeleceu duas interpretações para a análise técnica da eficiência: pode ser a capacidade da firma em elevar a produção de determinado bem sem elevar o uso de insumos; ou a capacidade da firma em reduzir o uso de insumos sem reduzir a capacidade de produção. Uma firma é eficiente portanto quando sua performance máxima é alcançada (FRACCASCIA; ALBINO; GARAVELLI, 2017).

Ocorre que o progresso econômico é mensurado pelas quantidades produzidas em determinado período e que a melhoria na gestão dos fatores de produção, além de tornar a economia mais eficiente, a capacita para ampliar a produção sem a necessidade de aumentar as quantidades de tais recursos. Segue que as unidades produtivas mais eficientes alcançam o máximo da produção combinando os fatores de produção disponíveis. A Curva de Possibilidade de Produção (CPP) ou Função de Possibilidade de Produção (FPP) exhibe a produção máxima com a combinação de fatores que cada unidade produtiva pode alcançar em um dado momento.

Assim, temos que a eficiência é um problema econômico por definição e enquanto no campo teórico a CPP mostra as unidades de produção eficientes. Ao passo que a Análise Envoltória de Dados (DEA, em inglês) é uma metodologia que demonstra de maneira prática, a eficiência através da combinação de fatores produtivos (*inputs*) e os resultados da economia (*outputs*) (COOPER; SEIFORD; TONE, 2000).

Segundo a teoria microeconômica, os dois principais desafios que se colocam para uma firma são, respectivamente, maximizar suas receitas e a reduzir seus custos, o que leva à maximização do lucro. Em outras palavras, os agentes econômicos alocam os fatores de produção de modo a obter o melhor resultado econômico. Para cada agente econômico se apresenta uma fronteira de possibilidade de produção (FPP), isto é, um máximo de produto alcançável usando

todos os fatores de produção que lhe estão disponíveis em dado momento. Operar na FPP significa atingir a eficiência máxima. Abaixo deste nível, ou há ociosidade dos fatores de produção ou estes estão sendo utilizados de forma inadequada. A análise da eficiência de unidades produtivas agrícolas envolve aspectos comuns a todos os ramos econômicos, tais como ambiente de negócios, insumos, fatores de produção etc., bem como a capacidade de gestão da unidade produtiva. Assim, no setor agrícola, como em qualquer outro, não atingir a FPP é um grave problema para o produtor.

A disponibilidade de terras é um dos fatores que podem afetar a eficiência na agricultura, pois além de elevar a produção em um nível geral, pode afetar as decisões tomadas no nível individual (produtor rural). Analisando a Produtividade Total dos Fatores (TPF) no Brasil, Rada, Helfand e Magalhães (2018) comparam diversas classes de propriedades em tamanho de área em dois períodos (1985 e 2006). Os autores verificaram que a TPF apresenta uma curva em forma de U para 2006, sendo que os extratos de 0-5 hectares e propriedades com mais de 500 hectares. Para o extrato inferior os autores analisam que o baixo nível de insumos e consequente baixa produção total, e para o extrato superior o elevado uso de insumos e produção total, podem elevar a eficiência em que estas unidades operam.

Marchand (2012) evidenciaram também que a relação entre desmatamento e eficiência técnica na agropecuária tem uma curva em forma de U, no qual pequenas e grandes propriedades convertem mais áreas (de paisagem natural para áreas de cultivo) para alcançar a eficiência. No primeiro caso, as restrições impostas por uma área pequena levam a maior exploração da mesma com o objetivo de alcançar uma produção suficiente.

Mudanças tecnológicas podem alterar as relações de eficiência no emprego dos fatores no meio rural. Pequenas propriedades rurais podem ser mais eficientes por empregarem mão-de-obra intensiva, entretanto a medida em que os salários têm aumento real, a mecanização pode elevar os níveis de produção (RADA, N. E.; FUGLIE, 2018; YAMAUCHI, 2016), entretanto o investimento requerido também ocasiona um aumento no número de grandes propriedades, capazes de compensar financeiramente o investimento.

Um estudo abrangente da eficiência das microrregiões brasileiras foi elaborado por Barbosa et al (2013), no qual os autores observaram que a ineficiência da agricultura brasileira, sendo que apenas 4,58% e 6,49% das microrregiões apresentaram-se eficientes em 2006 pelos modelos DEA-CRS e DEA-VRS respectivamente. Os autores sugerem que as políticas de assistência técnica

devem ser melhor estruturadas para elevar a eficiência agrícola nacional, haja visto que esta variável se mostrou significativa no estudo. Outros estudos já analisaram que o acesso a políticas de suporte à produção agrícola podem elevar a eficiência (LEMBA *et al.*, 2012), entretanto requer-se identificar quais políticas mais incrementam a eficiência. Magalhães et al (2011) observaram que programas, como a Reforma Agrária e o programa Cédula da Terra, podem criar situações de ineficiência devido a insuficiência de recursos ofertados.

Outras medidas podem impactar ou não a eficiência agrícola brasileira. Miljkovic, Miranda e Shaik (2013) verificaram que a abertura econômica a partir de 1989, com redução de tarifas e liberalização econômica, não apresentou significância estatística sobre a eficiência técnica agrícola, segundo o autor devido a grande parte da produção ser comercializada de forma doméstica.

Mareth et al (2019) analisaram a eficiência técnica da produção de leite em fazendas no Sul do Brasil. Os resultados demonstram o manejo inadequado dos fatores de produção, pois produtores ineficientes poderiam elevar sua produção com os fatores utilizados ou reduzir o uso de fatores em excesso (redução de custos).

3. METODOLOGIA

Para mensurar e comparar a eficiência da produção agrícola na Amazônia foram selecionadas como unidades produtivas ou DMU's (*Decision Making Units*) as mesorregiões (13 regiões) e microrregiões (52 regiões) dos estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia. Estes três estados correspondem a maior parcela da produção agrícola na Amazônia, sendo 89,77% do valor da produção total (culturas agrícolas permanentes e temporárias) em 2007 e 89,91% em 2017 (IBGE, 2019).

O método selecionado para mesurar a eficiência das unidades de análise foi a Análise Envoltória de Dados – *Data Envelopment Analysis* (DEA) – em um modelo orientado para *output* com retornos constantes de escala. O modelo Charnes, Cooper e Rhodes (CCR-DEA) pode ser descrito conforme a equação 1 (COOPER; SEIFORD; TONE, 2000).

$$\begin{aligned} \min z &= vx_0 \\ \text{sujeito a} & \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \mu y_0 &= 1 \\ -vX + \mu Y &\leq 0 \\ v &\geq 0, \quad \mu \geq 0 \end{aligned}$$

Sendo v e μ os coeficientes associados aos *inputs* e *outputs*, respectivamente; x_0 e y_0 são vetores de *inputs* e *outputs* da DMU sob análise, respectivamente; Y e X são matrizes de *inputs* e *outputs* das DMU's, respectivamente. Os resultados DEA são interpretados pelo resultado do coeficiente, assumindo 1 para as DMU's eficientes, as demais DMU's são consideradas ineficientes.

Para comparar as regiões temporalmente foram coletados dados dos anos de 2007, 2012 e 2017 (uma década). Os *inputs* selecionados foram o número de empregados agrícolas pela base RAIS/CAGED; a área total plantada, em hectares (IBGE, 2019) e; o crédito rural contratado (em R\$1.000,00) (BACEN, 2015). Como *output* foi utilizado o valor da produção agrícola (em R\$1.000,00) (IBGE, 2019). Informações sobre o desmatamento foram obtidos do Prodes/Inpe (INPE, 2017). Os dados financeiros foram atualizados para dezembro de 2017 pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI). O modelo DEA foi simulado através do aplicativo R 3.5.1, pacote rDEA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as Mesorregiões de Mato Grosso, Pará e Rondônia nota-se um aumento do resultado da produção agrícola em uma década, saltando de 24,67 milhões em 2007 para 59,02 milhões de reais em 2017, demonstrando o crescimento da produção na região amazônica. Embora a área total cultivada tenha também se elevado – o que leva a pressões sobre o desmatamento na região (FEARNSIDE, 2001; GIBBS *et al.*, 2015), nota-se que o crescimento da produção agrícola foi proporcionalmente superior ao aumento da área, demonstrando que a elevação produtividade agrícola através de ações de pesquisa e políticas de incentivo (CAETANO *et al.*, 2018) pode ser uma alternativa para o desenvolvimento e eficiência da produção na região.

Os resultados da DEA para as Mesorregiões estão apresentados na Tabela 1. Identificou-se uma redução no número de unidades eficientes entre 2007 e 2017, sendo que apenas cinco foram

consideradas eficientes nos três períodos analisados. Dentre estas, as regiões do Marajó (PA) e Metropolitana de Belém (PA) apresentam uma produção agrícola relativamente baixa quando comparada as demais (juntas somam apenas 3,24% da produção total em 2017), conseqüentemente utilizam baixo nível de *inputs*.

Tabela 1: Resultados dos índices de eficiência DEA para as Mesorregiões.

Classe Scores DEA	Mesorregiões (total = 13)		
	2007	2012	2017
1 (Eficientes)	7	7	5
0,75 — 1,00	5	5	2
0,50 — 0,75	1	1	3
0,25 — 0,50	0	0	2
0,00 — 0,25	0	0	1

Fonte: Autores (2019).

As demais regiões que foram eficientes nos três períodos são o Nordeste Paraense (PA), Sudoeste Paraense (PA) e Norte Mato-grossense (MT). Esta última merece destaque por apresentar a maior produção agrícola dentre todas as DMU utilizadas, com 46,19% da produção total em 2017. Nesta mesorregião encontra-se grande parte da produção de *commodities* agrícolas do país, como a soja, milho e algodão, e ao mesmo tempo demonstrando sua eficiência no uso de insumos produtivos para a geração de resultados positivos.

Para detalhar melhor a eficiência agrícola foi também obtido os resultados DEA para as microrregiões dos estados (Tabela 2). Nota-se que como nas mesorregiões, as microrregiões também tiveram redução no número de DMU's eficientes comparando 2007 e 2017, com um aumento em 2012. Apenas 3 DMU's –Alto Teles Pires (MT), Óbidos (PA) e Parecis (RO)– foram eficientes durante os três períodos comparados.

Tabela 2: Resultados dos índices de eficiência DEA para as Microrregiões.

ANO	Variável	Classes coeficientes DEA				
		1 (Eficientes)	0,75 — 1,00	0,50 — 0,75	0,25 — 0,50	0,00 — 0,25
2007	Total DMU's	12	15	18	7	0
	Média Produção/Terra	4,32	5,08	3,97	3,46	-
	Média Produção/Crédito	8,73	7,27	6,46	3,03	-
	Média Produção/Trabalho	804,67	281,61	196,85	85,66	-
2012	Total DMU's	18	19	11	4	0
	Média Produção/Terra	4,08	4,05	3,92	3,34	-
	Média Produção/Crédito	5,15	4,95	3,90	3,02	-
	Média Produção/Trabalho	454,36	283,26	206,19	67,64	-
2017	Total DMU's	9	0	6	17	20
	Média Produção/Terra	3,41	-	2,75	4,09	3,25
	Média Produção/Crédito	4,97	-	3,70	7,36	4,88
	Média Produção/Trabalho	621,17	-	450,01	238,67	113,47

Fonte: Autores (2019).

Outro fato que merece destaque foi o número de DMU's com coeficiente abaixo de 0,25 (38,5% do total) em 2017. Tal situação ocorreu principalmente pelo incremento mais que proporcional do valor total da produção nas DMU's eficientes em 2017, fato ressaltando pela queda no número de DMU's com coeficiente acima de 0,5.

Ao realizar o cruzamento dos dados de classes DEA com a média entre os valores da produção agropecuária (*output*) e os *input* percebe-se como as unidades eficientes tem melhor resultado econômico com o uso dos recursos utilizados. Na relação resultado produção e terra utilizada para plantio verifica-se uma queda no resultado obtido por hectare entre 2007 e 2017, tanto para a classe eficiente (caindo de uma média de R\$4,32 mil por hectare cultivado para R\$3,41 mil por hectare) como para as ineficientes, o mesmo ocorre para a relação produção e crédito contratado, com a classe eficiente caindo de um valor de produção de R\$8,73 para R\$4,97 por real de crédito contratado.

A classe de eficiência DMU entre 0,25 e 0,50 foi a única a apresentar crescimento em todas relações output versus inputs no período, entretanto ainda permanece com baixo nível de eficiência no emprego dos recursos. Cabe destacar a queda geral das unidades eficientes entre 2007 e 2017, tanto em quantidade (de 12 para 9 DMU's), como também nas relações dos usos dos recursos. Diversos fatores podem afetar a queda de eficiência nas DMU's, como má gestão das propriedades, políticas ineficazes ou mesmos riscos ligados a produção agrícola, como clima e pragas. Entretanto o valor médio da produção se elevou em 33% entre 2007 e 2017, o que demonstra que mesmo com a queda de eficiência, a produção total se elevou, resultado de maior aplicação de recursos (terra, trabalho e crédito), mas com crescimento menos que proporcional na produção.

O aumento da eficiência agrícola pode impulsionar o desenvolvimento nas regiões da Amazônia. Nos três estados analisados foi verificado que em 2017 o total de pessoas empregadas somava 178.458 pessoas. A geração de empregos reduz com a substituição de mão-de-obra por maquinários, entretanto a agricultura familiar pode elevar o número de pessoas por ser mais intensiva. O desafio está em elevar a eficiência no uso do trabalho em relação ao valor da produção, que na pequena unidade deve

ocorrer principalmente com a maior valorização do produto e aumento da produção, enquanto que em grandes propriedades os investimentos em mecanização tendem a elevar o resultado. Em ambos casos as políticas de assistência técnica e crédito podem contribuir para o aumento da eficiência.

Para a elevação da produção agrícola é necessário o investimento em tecnologias mais produtivas, para isto o crédito rural desempenha papel importante. Em 2007 o montante contratado nos 3 estados foi de 5,770 bilhões de reais, elevando para 12,301 bilhões em 2017, mesmo assim estes valores representaram apenas 11,34% do crédito rural nacional.

As políticas devem criar mais incentivos para a modernização da produção na Amazônia. A elevação da produtividade pode ser uma forma de geração de renda e até mesmo de redução do desmatamento devido as fortes políticas restritivas existentes na concessão do crédito, deve-se estabelecer mecanismos que verifiquem se o emprego do crédito está produzindo resultados positivos não apenas na produção agrícola, mas também no valor da produção, pois como apontado anteriormente, houve redução na eficiência do uso do crédito ao longo do período até mesmo nas unidades eficientes. Neste sentido o setor privado tem grande relevância pois pode contornar alguns gargalos deixados pelas políticas públicas (FEDER; BIRNER; ANDERSON, 2011).

Outro ponto significativo foi o fato de que a eficiência não é necessariamente obtida com base em conversão da área de floresta em área de produção agropecuária, contrapondo os resultados de Marchand (2012). A correlação entre o escore de eficiência DEA e o total desmatado no respectivo ano se mostrou baixo e não significativo ($\rho_{2007} = -0,258$; $\rho_{2012} = -0,129$; $\rho_{2017} = -0,204$) para as microrregiões. Percebeu-se que o desmatamento se encontra em regiões com produção predominantemente pecuárias, como São Félix do Xingu (PA), Norte do Araguaia (PA), Altamira (PA) e Colíder (MT). Outros estudos já demonstraram que a pecuária é uma das principais causas do desmatamento na Amazônia (BARONA *et al.*, 2010; RIVERO *et al.*, 2009) – neste ponto os resultados se assemelham ao de Marchand (2012) –, sendo esta atividade ainda de baixa eficiência na região, requer-se também novos estudos que permitam ampliar o rendimento da atividade. Para desenvolver uma produção agrícola

sustentável no longo prazo na Amazônia, a melhoria da eficiência produtiva é um dos desafios das políticas públicas, que além do uso racional da área disponível contribui na redução do desmatamento.

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar a eficiência da produção agrícola na Amazônia. Os resultados demonstraram que tanto as mesorregiões como a microrregiões dos estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia apresentam poucas unidades eficientes nos usos dos recursos voltados à produção agrícola. O total de mesorregiões eficientes reduziu de sete para cinco, enquanto em as microrregiões eficientes reduziram de 12 para nove entre 2007 e 2017.

No mesmo período também se observa que mesmo as microrregiões eficientes apresentaram substancial redução na conversão de fatores de produção em resultado econômico, e que classes de eficiência menores, embora tenham aumentado esta conversão, ainda estão distantes da classe de microrregiões eficientes. Embora o valor da produção agrícola tenha aumentado entre 2007 e 2017, este crescimento foi menor que proporcional ao crescente uso dos insumos produtivos. Para contornar tal situação é necessário um conjunto de ações envolvendo tanto a gestão nas propriedades rurais, como o apoio do Estado com políticas que visem melhor uso crédito e assistência técnica para propriedades ineficientes e ações do setor privado que fortaleçam a produção existente. Tais ações podem aumentar o número de unidades eficientes na produção agrícola na Amazônia, contribuindo para a redução do desmatamento e no desenvolvimento de uma agricultura sustentável no longo prazo.

REFERÊNCIAS

- BACEN. *Anuário estatístico do Crédito Rural*. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/>>. Acesso em: 8 jun. 2015.
- BARBOSA, W. DE F. *et al. Eficiência técnica da agropecuária nas microrregiões brasileiras e seus determinantes*. *Ciência Rural*. [S.l.]: scielo . , 2013

- BARONA, E. *et al.* The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, v. 5, n. 2, p. 024002, 2010.
- CAETANO, J. M. *et al.* Geographical patterns in climate and agricultural technology drive soybean productivity in Brazil. *PloS one*, v. 13, n. 1, p. e0191273, 2018.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=bJMRBwAAQBAJ>>.
- CRESPO CUARESMA, J.; HEGER, M. Deforestation and economic development: Evidence from national borders. *Land Use Policy*, v. 84, p. e347–e353, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837718313115>>.
- FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, v. 120, n. 3, p. 253–290, 1957. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2343100>>.
- FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation*, v. 28, n. 1, p. 23–38, 2001.
- FEDER, G.; BIRNER, R.; ANDERSON, J. R. The private sector's role in agricultural extension systems: potential and limitations. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, v. 1, n. 1, p. 31–54, 3 jun. 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/20440831111131505>>.
- FRACCASCIA, L.; ALBINO, V.; GARAVELLI, C. A. Technical efficiency measures of industrial symbiosis networks using enterprise input-output analysis. *International Journal of Production Economics*, v. 183, n. November 2016, p. 273–286, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.11.003>>.
- GIBBS, H. K. *et al.* Brazil's Soy Moratorium. *Science*, v. 347, n. 6220, p. 377–378, 23 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/347/6220/377.short>>.
- GODAR, J.; TIZADO, E. J.; POKORNY, B. Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 267, p. 58–73, 2012. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.046>>.

IBGE. *Sistema IBGE de Recuperação automática–SIDRA*. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

INPE. *Prodes: Monitoramento da floresta Amazônica por satélite*. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>. Acesso em: 19 dez. 2017.

LEMBA, J. *et al.* Comparing the technical efficiency of farms benefiting from different agricultural interventions in Kenya's drylands. *Development Southern Africa*, Accession Number: 75162363; Lemba, Jacinta 1; Email Address: jkanini@hotmail.com D'Haese, Marijke 1 D'Haese, Luc 1 Frija, Aymen 2 Speelman, Stijn 1; Affiliation: 1: Department of Agricultural Economics, Gent University, Belgium 2: Institute of Agricultural Research and Higher Education, Higher Agricultural School of Mograne, Tunisia; Source Info: Jun2012, Vol. 29 Issue 2, p287; Subject Term: AGRICULTURE; Subject Term: ARID regions; Subject Term: FARMERS; Subject Term: DATA envelopment analysis; Subject Term: IRRIGATION; Subject Term: KENYA; Author-Supplied Keyword: agricultural intervention; Author-Supplied Keyword: DEA (data envelopment analysis); Author-Supplied Keyword: drylands; Author-Supplied Keyword: efficiency; Author-Supplied Keyword: irrigation; Author-Supplied Keyword: Kenya; NAICS/Industry Codes: 221310 Water Supply and Irrigation Systems; Number of Pages: 15p; Document Type: Article, v. 29, n. 2, p. 287–301, jun. 2012. Disponível em: <<http://10.0.4.56/0376835X.2012.675698>>.

MAGALHÃES, M. M. *et al.* Land Reform in NE Brazil: a stochastic frontier production efficiency evaluation. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 49, n. 1, p. 9–30, 2011.

MANKIW, N. G. *Introdução À Economia*. 6. ed. [S.l.]: Cengage Learning, 2014.

MARCHAND, S. The relationship between technical efficiency in agriculture and deforestation in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, v. 77, p. 166–175, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.025>>.

MARETH, T. *et al.* Analysing the determinants of technical efficiency of dairy farms in Brazil. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 68, n. 2,

p. 464–481, 8 jan. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2018-0234>>.

MILJKOVIC, D.; MIRANDA, S. H.; SHAIK, S. Trade openness and technical efficiency in Brazilian agriculture. *Applied Economics Letters*, v. 20, n. 2, p. 103–106, 1 fev. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13504851.2012.684870>>.

NEPSTAD, D. *et al.* Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, v. 344, n. 6188, p. 1118–1123, 5 jun. 2014. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/344/6188/1118.abstract>>.

RADA, N. E.; FUGLIE, K. O. New perspectives on farm size and productivity. *Food Policy*, n. In press, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.03.015>>.

RADA, N.; HELFAND, S.; MAGALHÃES, M. Agricultural productivity growth in Brazil: Large and small farms excel. *Food Policy*, 2018. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919218302446>>.

RIVERO, S. *et al.* Pecuária e desmatamento: Uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, v. 19, n. 1, p. 41–66, 2009.

YAMAUCHI, F. Rising real wages, mechanization and growing advantage of large farms: Evidence from Indonesia. *Food Policy*, v. 58, p. 62–69, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919215001360>>.