

Artículo de Investigación

Recepción: 3 de julio de 2018

Aprobación: 15 de noviembre de 2018

EFICIÊNCIA DE HORTICULTORES EM AMBIENTES DE MONTANHA

PERFORMANCE OF AGRICULTURE IN MOUNTAIN
ENVIRONMENTS

Elton de Oliveira

Doutorando PPGCTIA – UFRRJ
Universidade Federal Fluminense
(Fluminense de Niterói, Brasil)
oliveruff2@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7649-0745>

Adriana Maria de Aquino

Doutorado em Agronomia
Universidade Federal Fluminense
(Fluminense de Niterói, Brasil)
adriana.aquino@embrapa.br

Renato Linhares de Assis

Doutorado em Economia Aplicada
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa) (Brasília, Brasil)
renato.assis@embrapa.br

João Carlos Correia Baptista Soares De Mello

Doutorado em Engenharia de Produção
Universidade Federal Fluminense
(Fluminense de Niterói, Brasil)
joaocsmello@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de um conjunto de unidades produtivas agroecológicas. A metodologia de Análise Envoltória de Dados – DEA (do inglês, Data Envelopment Analysis) foi escolhida para calcular as eficiências observadas. Área cultivada, insumos externos totais, horas máquina e dias homem são os inputs; faturamento e itens diferentes produzidos, os outputs do modelo DEA BCC, direcionado a outputs, aplicado. O número de itens diferentes produzidos representa a agro biodiversidade, no processo produtivo de caráter agroecológico. Das dezesseis unidades produtivas analisadas, quatro apresentaram eficiência entre 98% e 100%. A unidade produtiva com maior faturamento apresentou eficiência de 60,20%. O entendimento da dinâmica e práticas produtivas das unidades eficientes identificadas, pode auxiliar aos agricultores com menor eficiência, na melhoria do desempenho da atividade agrícola, sem visar somente o resultado econômico.

Palavras-chave: agro biodiversidade, análise envoltória de dados, estratégias produtivas, sistemas de avaliação.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the performance of a set of agroecological production units. The Data Envelopment Analysis (DEA) methodology was chosen to calculate observed efficiencies. Cultivated area, total external inputs, machine hours and man days are the inputs; billing and different items produced, the outputs of the DEA BCC model, directed to outputs, applied. The number of different items produced represents agrobiodiversity, in the agroecological production process. Of the sixteen productive units analysed, four presented efficiency between 98% and 100%. The production unit with the highest revenues was 60.20% efficient. The understanding of the dynamics and productive practices of the identified efficient units can help the farmers with less efficiency in improving the performance of the agricultural activity, without aiming only at the economic result.

Keywords: agrobiodiversity, data envelopment analysis, productive strategies, evaluation systems.

INTRODUÇÃO

A agricultura é uma importante atividade em Teresópolis, localizado na região serrana fluminense, estado do Rio de Janeiro – Brasil, que apresenta altitude de 871 m, em sua sede municipal. Nele são produzidos uma grande variedade de itens diferentes derivados da horticultura, principalmente alface, couve, salsa e brócolos (EMATER, 2015). Este município, tem toda a sua atividade agrícola em ambientes de montanha (IBGE, 2015). Segundo López Netto *et al.* (2017), esses ambientes estão situados em áreas com altitudes entre 300 e 1.500 metros, onde comunidades humanas, seus valores, o ambiente natural do entorno e as expressões e atividades de forma geral, são característicos. Esses ambientes oferecem condições para gerar uma diversidade de produtos pitorescos e tradicionais, em sua maioria provenientes de pequenas propriedades de agricultores familiares. Segundo Herrera *et al.* (2018) uma estratégia, para aumentar a renda, a produtividade e a diversificação, desses agricultores, é a participação em cooperativas agrícolas ou associações.

“como a máxima razão entre uma soma ponderada dos produtos e uma soma ponderada dos recursos”

A grande intensidade de cultivos nesses ambientes, aliada ao relevo e questões climáticas, tem provocado problemas ambientais preocupantes para a sustentabilidade da atividade agrícola (Grisel & Assis, 2012). Em função disso, o movimento agroecológico vem promovendo ações entre o agricultor, ambiente e sociedade, preconizando uma forma de organização que visa a conservação dos recursos naturais, a redução de insumos adquiridos fora da propriedade rural, o comércio justo, o

associativismo e a manutenção da agro biodiversidade (Grisel & Assis, 2012; Nodari & Guerra, 2015; Schneider, 2010).

O conceito de eficiência é relativo às variáveis consideradas, ou seja, aos recursos e produtos incorporados e contemplados no processo produtivo. A partir da definição de eficiência, feita por Farrel (1957), como a máxima razão entre uma soma ponderada dos produtos e uma soma ponderada dos recursos, a metodologia de Análise Envoltória de Dados – DEA (do inglês, *Data Envelopment Analysis*), de acordo com Charnes *et al.* (1978), faz uma análise comparativa entre as eficiências de um conjunto de unidades produtivas ou unidades tomadoras de decisão - *DMUs (Decision Maker Units)*. Esta abordagem é multidimensional, capaz de incorporar diversos recursos e produtos para o cálculo da eficiência, além de não necessitar de decisões subjetivas para atribuições de pesos. Portanto, esta metodologia foi escolhida para propiciar a análise de desempenho pretendida nesse trabalho.

Uma revisão na literatura realizada por Emrouznejad A & Yang G-I (2017) mostra um crescimento exponencial do número de publicações com teorias e aplicações de DEA em diversas áreas, nos últimos quarenta anos. Eles destacam que nos anos de 2015 e 2016, a agricultura foi a principal área de aplicação desta metodologia, com o maior número de publicações acadêmicas internacionais. Oliveira *et al.* (2014; 2017) também aplicaram DEA, a partir de informações quantitativas da produção de hortaliças, para avaliação de sistemas de produção agroecológicos. A

eficiência produtiva calculada com *DEA* foi mais eficaz na discriminação do desempenho de sistemas de cultivo, do que os indicadores agro econômicos usualmente utilizados na literatura, segundo Bezerra Neto *et al.* (2007). Trabalhos como o de Salgado Junior *et al.* (2014) aplicaram *DEA* para identificar as usinas de cana-de-açúcar mais eficientes, dentre um universo de 355 no território brasileiro, e classificá-las por tamanho e localização. Uma análise exploratória da eficiência produtiva, também de usinas de cana-de-açúcar, porém na região centro-sul do Brasil, utilizando *DEA*, foi feita por Pereira & Silveira (2016). Entretanto, nota-se uma lacuna na literatura, onde pode-se perceber poucos trabalhos que tenham utilizado uma variável representante da diversidade produtiva para cálculo e análise do comportamento da eficiência na produção agrícola.

Esse estudo visa propor um sistema de avaliação de eficiência usando variáveis que reflitam a preocupação de cada produtor em melhorar suas práticas de conservação e manejo de seu agrossistema. Sendo essa avaliação baseada na comparação conjunta de unidades de produção agrícolas, elaborada a partir da observação de resultados reais, ela pode gerar metas e alvos cabíveis de serem atingidos por esses produtores (Gomes *et al.*, 2009).

O objetivo desse estudo é avaliar o desempenho de unidades produtivas de agricultores orgânicos de base agroecológica, considerando não somente o aspecto econômico, mas também a dinâmica produtiva, ressaltando a diversidade de cultivos como indicadora da agrobiodiversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho trata de um estudo de caso, onde foram levantados dados de produção, coletados durante o mês de novembro de 2016, junto a dezesseis unidades de produção de horticultura orgânica, todas vinculadas à Associação Agroecológica de Teresópolis (AAT). As localizações, dessas 16 unidades avaliadas, se distribuem por diferentes distritos e bairros dentro da área desse município. Escolheu-se uma associação de produtores para facilitar o acesso às informações e diálogo com os produtores pesquisados, além de contribuir para a homogeneidade do conjunto de *DMUs*. Foram observadas algumas premissas, conforme realçado no trabalho de Dyson *et al.*, 2001, para aplicação da metodologia *DEA*.

Os dados coletados foram consolidados em seis variáveis, sendo quatro consideradas como recursos e duas como produtos, para aplicação do modelo *DEA*. Na modelagem *DEA*, as unidades produtivas são chamadas *DMUs*, os recursos são chamados de *inputs* e os produtos de *outputs*. Área cultivada, insumos externos totais, horas máquina e dias homem são os *inputs*; faturamento e itens diferentes produzidos, os *outputs* do modelo *DEA* aplicado: (1) área cultivada se refere à área manejada para produção agrícola em hectares; (2) insumos externos totais referentes ao somatório do valor em reais do consumo de energia elétrica, do consumo de combustíveis para transporte, comercialização e acionamento de bombas de irrigação, do consumo com sementes, do consumo com mudas, do consumo com adubos e do consumo com caldas

“Escolheu-se uma associação de produtores para facilitar o acesso às informações e diálogo com os produtores pesquisados”.

fitossanitárias; (3) horas máquina referentes ao somatório das horas de uso de roçadeira, trator e micro trator; (4) dias homem referentes ao somatório dos dias de trabalho de familiares e diarista contratados; (5) faturamento total em reais foi obtido pelo somatório dos produtos de cada item produzido pelo seu preço de comercialização; e (6) número de itens se refere à quantidade total de itens diferentes produzidos nos diversos cultivos da *DMU* observada.

Seguindo as considerações destacadas no trabalho de Cook *et al.* (2014), foi selecionado e aplicado o modelo *DEA BCC* (devido às iniciais de seus idealizadores Banker, RD; Charnes A e Cooper WW), considerando-se que não há certeza de que o aumento dos *inputs* acarrete um aumento dos *outputs*, ou seja, retornos de escala variáveis (BANKER *et al.*, 1984). A orientação do modelo foi para *outputs*, pois pretendeu-se aumentar os *outputs* mantendo-se os *inputs* constantes. Maiores detalhes dessa metodologia podem ser vistos em Soares de Mello *et al.* (2005) e Cooper *et al.* (2007). Foram obtidos os índices de eficiência padrão para cada *DMU*. Trocou-se os *inputs* pelos *outputs* e a orientação do modelo, para obter os índices de eficiência invertida ou ineficiência. A média aritmética da eficiência padrão e o complemento da eficiência invertida forneceu o índice de eficiência composta que foi normalizado, por meio da divisão de todos os valores pelo maior índice obtido. Este conceito foi introduzido por Yamada *et al.* (1994) e foi utilizado para a análise desse estudo. Este artifício propiciou a redução dos empates das *DMUs* eficientes.

“Os índices de eficiência composta normalizado revelados foram utilizados para formar um ranking, em ordem decrescente de eficiência”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizou-se o programa Sistema Integrado de Apoio à Decisão – SIAD, para execução dos cálculos dos índices considerados na análise *DEA* (Angulo-Meza *et al.*, 2005). Os índices de eficiência composta normalizado revelados foram utilizados para formar um *ranking*, em ordem decrescente de eficiência, das dezesseis *DMUs* observadas durante o mês de novembro de 2016. Para facilitar a visualização e discussão dos resultados, todos as eficiências foram mostradas em porcentagem, como visto na Tabela 1. As *DMUs* observadas foram identificadas por códigos de três letras criados aleatoriamente.

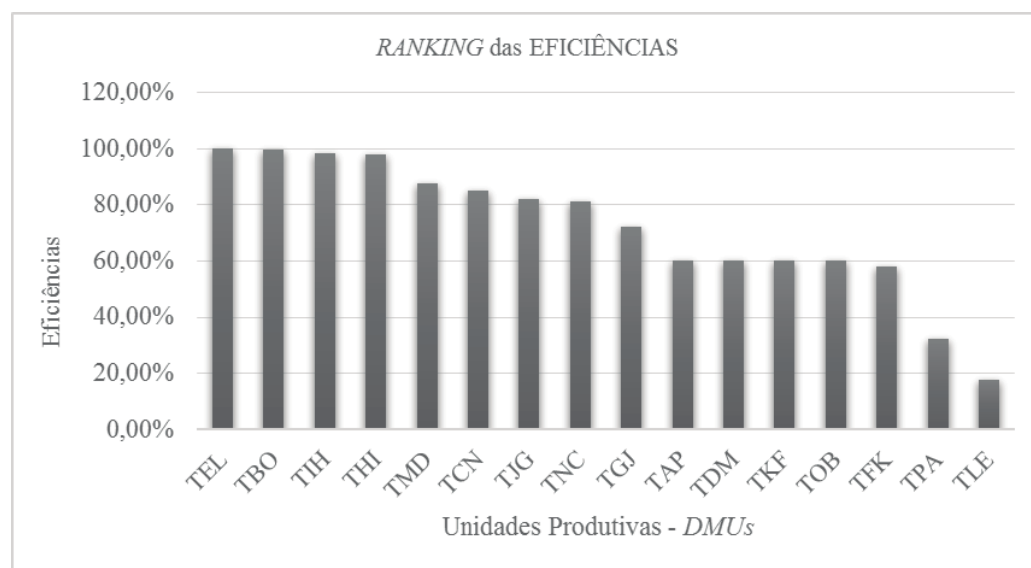
Na Tabela 1, pode-se visualizar todas as variáveis, *inputs* e *outputs* utilizadas com os respectivos índices de eficiência composta normalizados revelados, de todas as *DMUs* consideradas na análise. Nas duas últimas linhas da tabela apresentam-se os valores máximos e mínimos de todo o conjunto apresentado. Verificou-se que a aplicação da modelagem *DEA* possibilitou discriminar as *DMUs* observadas, identificando as mais eficientes (Tabela 1), determinando patamares de eficiência distintos no conjunto de *DMUs* analisado, durante o período considerado (Gráfico 1).

As quatro *DMUs* mais eficientes no *ranking* tiveram suas eficiências variando de 98% a 100% (Gráfico 1) e o número de itens diferentes produzidos variou entre 19 e 22 (Tabela 1). A *DMU* TEL, primeira colocada, gerida por um dos produtores orgânicos mais antigos do conjunto (57 anos) e engajado nos

Tabela 1. *DMUs* com suas respectivas variáveis e índices gerados, ordenadas pelo faturamento.

<i>DMU</i>	VARIÁVEIS						Índices de eficiência composta normalizada %
	<i>Inputs</i>			<i>outputs</i>			
	Área Cultivada ha	Insumos Externos R\$	Horas Máquina	Dias Homem	Faturamento R\$	Nº de Itens	
TAP	10	4.225,00	50	120	12.660,00	9	60,20%
TBO	3	1.250,00	0	45	11.080,00	19	99,60%
TCN	0,9	1.140,00	2	34	8.580,00	11	84,90%
TDM	6	130,25	0	60	4.471,00	14	60,20%
TEL	2	474,50	8	49	3.800,00	20	100,00%
TFK	3	872,00	0	38	2.610,00	10	58,10%
TGJ	3,5	747,00	8	40	2.430,00	14	72,30%
THI	1	410,00	0	60	1.792,00	20	98,00%
TIH	0,8	785,00	0	60	1.634,00	22	98,40%
TJG	0,3	690,00	2	15	1.575,00	10	82,10%
TKF	2,5	553,00	0	28	1.360,00	6	60,20%
TLE	2	1.055,00	0	100	975,00	7	17,90%
TMD	1,2	350,00	0	30	955,00	13	87,60%
TNC	2	174,00	0	60	543,00	26	81,30%
TOB	3,5	1.155,00	20	3	360,00	7	60,20%
TPA	2	185,00	0	60	352,50	10	32,50%
max	10	4.225,00	50	120	12.660,00	26	100,00%
min	0,3	130,00	0	3	352,50	6	17,90%

Gráfico 1. *DMUs* ordenadas pelo índice de eficiência composta normalizada em %.



“Nas duas últimas linhas da tabela apresentam-se os valores máximos e mínimos de todo o conjunto apresentado”.

princípios agroecológicos, confirmou sua expertise no manejo agrícola. TBO, segunda colocada, tem um produtor um pouco mais jovem (45 anos), com grande força de trabalho, que com a redução de insumos externos e aumento da diversidade produtiva, tem grande potencial para atingir maior eficiência. TIH e THI manejam intensamente áreas de tamanhos semelhantes com boa diversidade produtiva, mas precisam reduzir o uso de insumos externos.

TAP, TDM, TKF, TOB, estão no mesmo patamar, empatadas com o décimo lugar no *ranking*, todas com 60,20% de eficiência, embora tenham utilizado estratégias produtivas diferentes (Gráfico 1), precisam rever a produtividade e diversidade de seus cultivos, para otimizar a área manejada e/ou produzir itens com melhor valor de mercado. TKF produziu a menor quantidade de itens diferentes de todo o conjunto (6). TAP apresentou o maior faturamento do conjunto (R\$ 12.660,00), porém, além de ter consumido grande valor de recursos externos, ocupou a maior área cultivada (10 ha), consumiu muitas horas máquina para sua manutenção e produziu pouca diversidade de itens, justificando esse desempenho (Tabela 1).

TPA e TLE cultivavam áreas de tamanhos idênticos (2 ha) e apresentaram as menores eficiências do conjunto (Gráfico 1). A primeira precisa aumentar a produção e melhorar suas práticas de comercialização, enquanto que a segunda é uma área nova em início de produção, que precisará de algum tempo para estabilizar suas safras. (Tabela 1).

A DMU TNC embora tenha produzido o número máximo de itens diferentes (26), apresentou índice de 81,30%, com o oitavo lugar do *ranking* das eficiências. Pode-se verificar que seu faturamento foi muito baixo, indicando a necessidade de aumentar seu volume comercializado.

A dinâmica produtiva, ou seja, a decisão sobre o que plantar, em que tamanho de área, em que época, quais insumos utilizar e a comercialização, interfere diretamente no resultado da eficiência revelada. A combinação dessas variáveis, que é de livre arbítrio de cada agricultor/decisor, e os valores de suas componentes, definem a eficiência de cada unidade produtiva e precisam ser acompanhados e ajustados permanentemente, pois podem precisar de serem alterados de acordo com o mercado e época do ano, constantemente. Dessa forma, esse trabalho vem contribuir com a necessidade de alianças entre governo, universidades e sociedade para monitoramento e criação de estratégias e políticas voltadas para promover a agro biodiversidade e seus efeitos na população em níveis locais, como proposto nos trabalhos de Burgos Ayala (2017).

Assim como no trabalho de Pereira *et al.* (2016), onde foi verificado que as unidades de produção orgânicas apresentaram maior diversidade produtiva, maior domínio sobre diversas formas de comercialização e gestão; pôde-se constatar também por meio desse estudo que essa maior diversidade acompanha os maiores níveis de eficiência, nas unidades observadas nesse trabalho.

“A combinação dessas variáveis, que é de livre arbítrio de cada agricultor/decisor, e os valores de suas componentes”.

Comparando-se os *outputs* por área cultivada das duas *DMUs* mais eficientes (TEL e TBO) nota-se um faturamento por hectare de R\$ 1.900,00/ha e R\$ 3.693,00/ha, com uma quantidade semelhante de 20 e 19 itens diferentes produzidos, respectivamente, no mês observado. Portanto, esses melhores desempenhos foram equiparados em decorrência dos *inputs*, principalmente dos valores dos insumos externos e seus retornos de escala (Tabela 1). No entanto, para verificar esse padrão de comportamento, seria necessário um acompanhamento dos dados de produção dessas *DMUs* por um período de tempo maior. Pois, na atividade agrícola, uma variação de *inputs* nem sempre implica em uma variação de *outputs*, na mesma proporção, durante o mesmo mês. Portanto, em trabalhos futuros, seria interessante o acompanhamento mensal de cada *DMU* por um período de 12 meses, ou abrangendo todo o ciclo produtivo da atividade agrícola. Para a análise desse acompanhamento, poderá ser usada a técnica do índice de Malmquist ou das janelas de tempo.

CONCLUSÕES

A aplicação do sistema de avaliação proposto permitiu reconhecer as unidades produtivas com as melhores práticas e valorizar o trabalho do agricultor. A identificação das *DMUs* eficientes pode ajudar melhorar a gestão, as práticas e estratégias produtivas das demais unidades. Principalmente, apoiando na decisão sobre o que plantar, em que tamanho de área e quais insumos utilizar, a cada mês. O conhecimento e a compreensão dessa dinâmica produtiva das *DMUs*, pode auxiliar no planejamento dos agricultores e aprimoramento de seus desempenhos, tomando as *DMUs* eficientes como referência de boas práticas.

AGRADECIMENTOS

AAT (Associação Agroecológica de Teresópolis), CAPES, CNPq, EMBRAPA, UFF, UFRRJ e ao PARNASO (Parque Nacional da Serra dos Órgãos) sede Teresópolis, pelo apoio à pesquisa e ao trabalho de campo.

“A identificação das *DMUs* eficientes pode ajudar melhorar a gestão”.

REFERÊNCIAS

- Angulo Meza, L., Biondi Neto, L., Soares de Mello, J.C.C.B., & Gomes, E.G. (2005). ISYDS-Integrated System for Decision Support (SIAD-Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional*, 25: 493-503.
- Assis, R.L., Araújo, J.S.P., Anjos, L.H.C., & Aquino, A.M. (2016). Agroecologia, produção orgânica e agricultura urbana no Rio de Janeiro. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 42(3): 32-35.
- Banker, R.D., Charnes, A., & Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(8(9)): 1078-1092.
- Bezerra, F., Gomes, E.G., & Oliveira, A.M. (2007). Produtividade biológica em sistemas consorciados de cenoura e alface avaliada através de indicadores agroecômicos e métodos multicritério. *Horticultura Brasileira*, 25: 193-198.
- Burgos A. (2017). Agrobiodiversity and nutrition in Boyacá, Colombia: A historic relationship of imbalance. *Cultura Científica Jdc*, 15: 52-65.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, Amsterdam, 2(3): 429-444.
- Cook, W.D., Tone, K., & Zhu, J. (2014). Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *Omega*, 44: 1-4.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis - A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. Springer Science, 512 p.
- Dyson, R.G., Allen R., Camanho A.S., Podinovski, V.V., Sarrico C.S., & Shale, E.A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132: 245-259.
- EMATER-Rio - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro. (2015). Relatório de Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola – ASPA, 2015. Disponível em < http://www.emater.rj.gov.br/images/munic_2015.html > . Acesso em 10 dez. 2016.
- Emrouznejad, A., & Yang, G-L. (2017). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978-2016, *Socio-Economic Planning Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008> .
- Farrel, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistic Society*, series A, part 3: 253-290.

- Gomes, E.G., Soares de Mello, J.C.C.B., & Mangabeira, J.A.C. (2009). Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise envoltória de dados. *Pesquisa Operacional*, 29(1): 23-42.
- Grisel, P.N., & Assis, R.L. (2012). Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis: Estudo de caso de um Sistema de Produção Hortícola Familiar em Ambiente de Montanha. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 29(1): 133-158.
- Herrera, G.P., Lourival, R., Costa, R.B., Mendes, D.R.F., Moreira, T.B.S., Abreu, U.G.P., & Constantino, M. (2018). Econometric analysis of income, productivity and diversification among smallholders in Brazil. *Land Use Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.025>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). Altitude e coordenadas geográficas das sedes municipais, segundo as Regiões de Governo e municípios do Estado do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em < http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/posicao_extencao.html >. Acesso em 04 abr. 2017.
- López Netto, A., Assis, R.L., & Aquino, A.M. (2017). Ações Públicas para o Desenvolvimento Rural Sustentável dos Ambientes de Montanha Brasileiros. *Desenvolvimento em Questão*, 15(39): 141-170.
- Nodari, R.O., & Guerra, M.P. (2015). A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. *Estudos Avançados*, 29(83): 183-207.
- Oliveira, E., Andrade, F.V.S., Soares de Mello, J.C.C.B., Machado, T.B., & Pereira, C.R. (2014). Avaliação da eficiência de horticultores agroecológicos utilizando análise envoltória de dados. *Horticultura Brasileira*, 32(3): 336-341.
- Oliveira, E., Soares de Mello, J.C.C.B., Assis, R.L., Aquino, A.M. (2017). Análise da eficiência produtiva relacionada com os teores de matéria orgânica no solo, de sistemas de produção orgânicos, em espaço periurbano no município de Nova Iguaçu (RJ). *ESPACIOS*, 38(24).
- Pereira, C.N., & Silveira, J.M.F.J. (2016). Análise Exploratória da Eficiência Produtiva das Usinas de Cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil. *RESR - Economia e Sociologia Rural*, 54(01): 147-166. <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005401008>.
- Pereira, M.S., Espindola, J.A.A., Assis, R.L., Rodrigues, G.S., & Rodrigues, I.A. (2016). Avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção agrícola de base ecológica no Município de Nova Friburgo, RJ. SBSP - SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO. Pelotas - RS, 06 a 08 de julho de 2016. *Anais*: 1798 – 1818.
- Salgado Junior, A.P., Carlucci, F.V., & Novi, J.C. (2014). Aplicação da análise envoltória de dados (aed) na avaliação da eficiência operacional relativa entre usinas

de cana-de-açúcar no território brasileiro. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 34(5): 826-843.

Schneider, Sergio. (2010). Reflexões sobre diversidade e diversificação. *Ruris*, 4(1): 85-131.

Soares de Mello, J.C.C.B., Meza, L.A., Gomes, E.G., & Biondi Neto, L. (2005). Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Gramado. *Anais*: 2520-2547. Disponível em < http://www.uff.br/decisao/sbpo2005_curso.pdf >.

Yamada, Y., Matui, T., & Sugiyama, M. (1994). New analysis of efficiency based on DEA. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 37(2): 158-167.

