

ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) PARA AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA EM RELAÇÃO AOS CUSTOS DO MILHO SAFRINHA

Tatiane Bento da Costa¹, Marcelo Tavares²

Resumo: *A análise envoltória de dados (DEA) é usada para medir a eficiência de processos. A demanda crescente da sociedade por produtos alimentícios aumentou, seguindo o crescimento populacional global, tem-se assim, maior pressão por produtividade das áreas agrícolas por consequência da maior demanda. Neste ponto entra o auxílio do DEA pois, ele pode medir a eficiência das produções agrícolas e assim, indicar quem são as produções eficientes e explica os pontos de ineficiência através desta análise. Este trabalho utiliza DEA BCC orientado à output aplicado aos recursos (custos) utilizado no milho safrinha do Brasil para analisar a sua eficiência no período de 1999 à 2008. Este trabalho também propõe a construção de um ranking percentual de eficiência, construídas à partir da variável do output preço e das variáveis de inputs que são: a qualidade da conservação do solo; a área de plantio; os tratos culturais; colheita; total de operações; fertilizantes; material de plantio; herbicidas e total de Insumos. Para a aplicação da DEA foi utilizado o banco de dados disponível no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Verificou-se a análise envoltória de dados mostrou-se viável na área livre de eficiência produtiva do milho safrinha com base no seu custo de produção que o ano 2000 foi o ano que obteve o valor de maior eficiência, e a DMU menor foi 2006.*

Palavras-chave: *Eficiência, DEA, Milho, Safrinha.*

Abstract: *The data envelopment analysis (DEA) is used to measure the efficiency of processes. The growing demand of the society for food products increased following the global population growth has thus increased pressure for productivity of agricultural areas as a result of higher demand. At this point enters the help of the DEA because it can measure the efficiency of agricultural production and thus indicate who the efficient production and explains points of inefficiency through this analysis. This paper uses the output -oriented applied to (cost) resources used in winter maize in Brazil to analyze their efficiency from 1999 to 2008 DEA BCC. This work also proposes the construction of a percentage ranking of efficiency, built starting price of the output variable and the input variables are : the quality of soil conservation ; planting area ; cultural practices , harvesting, total operations , fertilizers , planting materials , herbicides and Total Petrochemicals . For the application of the DEA database available at the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) was used. It was found that 2000 was the year we got the value of greater efficiency, and DMU with the lowest efficiency of the 2006 off-season maize compared to the other years analyzed.*

Keywords: *Efficiency, DEA, Corn, second crop.*

¹ FAGEN - UFU. e-mail: tatianecosta@adm.ufu.br. Agradecimento o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

² FAMAT - UFU. e-mail: mtavares@ufu.br. Agradecimento o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

1 Introdução

No cenário nacional agrícola, a cultura do milho afirmou-se com duas safras anuais constantes. A safra chamada de primeira safra anual e a safrinha chamada de segunda safra anual (EMBRAPA, 2011). A safrinha nos últimos 15 anos se consolidou no sistema de produção de milho no Brasil. O milho safrinha tem aumentado sua participação no percentual geral de produção anual, a sua participação nas safras totais de 2010/2011 foi 37,5% maior se comparado a 2009/2010 (CONAB, 2011).

O milho é desenvolvido em sistema de sequeiro, onde, esta nova plantação é realizada após uma cultura de verão, e assim, possibilita a otimização da mão de obra e de maquinários da propriedade agrícola, contribuindo para diminuir a sazonalidade da produção desta cultura e, por consequência, estabelece menor irregularidade no abastecimento e nos preços comercializados da safra do milho (TSUNECHIRO; OLIVEIRA; FURLANETO; DUARTE, 2006). Uma das principais culturas é o milho safrinha, que se tornou uma das principais culturas de inverno com acréscimo de 14,1% ou 833,3 mil hectares considerando 2011/2012 (CONAB, 2012). A extrema concorrência na área agrícola tem reduzido as margens de lucro dos produtores, para aumentar esse percentual de lucro, eles buscam incessantemente aumentar a eficiência da produção e para isso percorrem o objetivo de maximizar a produção atrelado a redução de custos dos recursos utilizados para produzi-los.

Ao evidenciar o aumento da importância da cultura do milho no mercado consumidor e sua consolidação na cultura de inverno (safrinha) como o ponto chave de minimizar os efeitos de preço, produção e sazonalidade, destaca-se a otimização de recursos da safrinha anterior, será que essa otimização gera custos menores de produção? A eficiência é um parâmetro necessário de comparação, pois conhecer a fronteira de eficiência da produção do milho safrinha, permite-se a compreensão das melhores técnicas de plantio para as safrinhas e descobrir as técnicas que dispõem menos recursos financeiros é uma vantagem quando se trata de *commodities*.

A análise envoltória de dados (DEA) é um rico transformador de dados em informações que pode apoiar a decisão de vários assuntos diferenciados, esta análise foi desenvolvida para ser uma facilitadora de decisão. A DEA é um modelo matemático que permite medir a eficiência de variáveis que ocasionam custos incorridos e através dos valores gerados comparar unidades produtivas.

Alguns autores estudaram os modelos DEA utilizando variáveis da produção e chegaram a algumas conclusões sobre a produtividade e os gastos incorridos na produção: Bezerra e Gomes (2007), utilizam o DEA para avaliar a produtividade biológica em sistemas consorciados de cenoura e alface através de indicadores agro econômicos e métodos

multicritérios. Já as mudanças no uso e manejo da terra podem ser responsáveis por incrementos na produtividade agrícola e é analisada por Bezerra e Gomes et al. (2010) com modelos DEA clássicos e utilizaram como variáveis as produções de arroz, milho e café como outputs, e a área total plantada dessas culturas como input, os resultados obtidos mostraram que o plantio simultâneo de arroz e milho foi a combinação de melhor desempenho. Os autores Hasanov e Nomman (2011) fizeram uma análise no país Uzbequistão, onde a escassez de água e a degradação da terra levaram a um forte aumento dos custos dos *inputs*, encarecendo os produtos finais agrícolas, o estudo focou na utilização de recursos escassos por meio da análise de eficiência e obtiveram como resultados a má utilização dos *inputs* tornando sua utilização ineficiente e outro interessante resultado foi de que podem reduzir a quantidade de insumos utilizados pois produziriam o mesmo resultado.

O nível de competição e a necessidade de acesso ao mercado global com produtos atualizados tecnologicamente, que tenham qualidade, custos competitivos e prazos de entrega cada vez menores, demandam a otimização dos processos de compra e a minimização dos custos de aquisição (ALVAREZ, 2004). Para que haja assertividade nas decisões dentro das organizações existe a necessidade das informações estarem corretas, claras e objetivas para que possam ser comparadas e servirem de parâmetros para tomada de decisões.

No mercado atual competitivo ao extremo, só há espaço para empresas eficientes, que sejam capazes de agregar valor em suas tomadas de decisões (ASSAF NETO, 2010). Esse raciocínio se estende ao cenário agrícola exportador brasileiro, onde, faz frente a concorrência internacional para ‘ganhar’ a corrida contra a concorrência e conseguir ser efetivo na venda do milho produzido no país a um preço justo.

A definição de eficiência, da qual faz uso a teoria econômica, não diverge muito do conceito utilizado nas demais ciências sociais aplicadas. Tanto na Administração quanto na Economia, a eficiência refere-se à otimização de recursos e à ausência de desperdício. Assim, a eficiência se dá pela utilização máxima dos recursos existentes para satisfazer as necessidades e os desejos de indivíduos e organizações. (FERREIRA; GONÇALVES; BRAGA 2007, P.3).

Estabelecer a fronteira de eficiência é uma informação útil para tomada de decisão para planejamento de redução de custos, otimização da produção e máxima eficiência. Portanto, o objetivo deste trabalho é a utilização mostra o uso da técnica de análise envoltória

de dados em relação aos custos de produção, utilizando dados de custos e produção do milho safrinha no período de 1999 a 2008 demonstrando assim a exposição da fronteira de eficiência.

2 Material e Métodos

A (DEA) é uma abordagem não paramétrica que foi desenvolvida para determinar a eficiência de unidades produtivas (tomadoras de decisão) as quais, são as denominadas DMU's (*Decision Making Units*) cada DMU é como se fosse um 'endereço', onde é possível considerar várias entradas (variáveis ou *inputs*) e várias saídas (variáveis ou *outputs*), neste estudo as DMU's são os dados das safrinhas de cada ano do período analisado.

A medida de eficiência calculada pela análise envoltória faz uma generalização da medida de produtividade, que é a razão dos resultados obtidos e os recursos utilizados por cada unidade sob análise, cada DMU e sua respectiva formulação matemática é descrita em um programação linear, o DEA resolve vários cálculos matemáticos para cada unidade DMU (ADLER; FRIEDMAN; SINUARY-STER, 2002).

A produtividade é a razão de tudo o que foi produzido por unidade de área colhida. Para definir eficiência é usado a comparação entre as DMUs, após a comparação é possível verificar qual é a DMU mais produtiva e *rankear* as DMUs de acordo com os resultados de produtividade e comparação. O DEA otimiza cada observação individual objetivando calcular uma fronteira de eficiência, determinada pelas unidades que são Pareto eficientes. Uma unidade é Pareto eficiente se, e somente se, essa unidade não consegue melhorar alguma de suas características sem piorar as demais características (MELLO; MEZA; GOMES; NETO, 2005).

Os dados utilizados neste estudo, são variáveis secundárias levantadas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Em relação à composição do modelo utilizado para compor o banco de dados utilizado, o período analisado foi de 1999 à 2008, todas as variáveis possuem a unidade de R\$ por alqueire.

As variáveis de *inputs* utilizadas, foram: Conservação do Solo; Plantio; Tratos Culturais; Colheita; Total Insumos; Total de Operações; Fertilizantes; Material Plantio; Herbicidas. A variável de *output* utilizada foi o preço final de custo da saca de milho.

Para a análise dos dados foram utilizados os modelos Multidimensionais DEA. Existem vários modelos, neste estudo aplica-se o uso do modelo BCC.

O modelo BCC substitui o axioma da proporcionalidade pelo axioma da convexidade, devido à isso este modelo também é chamado de *VRS – Variable Returns to Scale*, que significa que os retornos variáveis de escala consideram que o acréscimo de uma unidade de

input, pode aumentar não proporcionalmente os *outputs*. O modelo BCC ao obrigar que a fronteira seja convexa, permite que as DMUs operem com baixos valores de inputs, tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala (MELLO; MEZA; GOMES; NETO, 2005).

Abaixo, segue as representações matemática do modelo BCC ou VRS conforme Neves, Vasconcelos e Brito (2012), e a expressão do modelo BCC ou VRS orientado à *output* (produto), que é a fórmula utilizada neste estudo:

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^n V_i X_{ki} + V_k, \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m U_r Y_{rk} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^m U_r Y_{jr} - \sum_{i=1}^n V_i X_{ji} - V_k \leq 0 \quad (3)$$

$$U_r, V_i \geq 0 \quad (4)$$

Onde: y: produtos; x: insumos; u e v: pesos; r = 1..., m; i = 1; j = 1...,n.

De acordo com Barros e Garcia (2006) *apud* Rafaeli (2009) sempre que há formação de *ranking* utilizando o DEA na maioria das vezes várias DMUs ficam com 100% de pontuação de eficiência, utilizando diferentes modelos visto que, essa é uma limitação da fronteira de eficiência clássica calculada pela análise envoltória de dados em distinguir as unidades eficientes. Desta forma utilizou-se também a fronteira invertida DEA que é a fronteira pessimista das DMU's. Ocorre no caso a troca dos *inputs* pelos *outputs* do modelo original dos dados utilizados de cada DMU.

Para determinação do ranking foi calculada a eficiência composta normalizada, onde cada DMU possuirá um valor diferente sempre. As expressões para cálculo da eficiência composta e eficiência composta normalizada segundo NEVES; VASCONCELOS; BRITO, (2012) e MEZA *et al.* 2005, são apresentadas a seguir:

$$\text{Eficiência Composta} = \text{Eficiência Padrão(Otimista)} + \frac{(1 - \text{Eficiência Invertida(Pessimista)})}{2} \quad (5)$$

$$\text{Eficiência Composta Normalizada} = \frac{\text{Eficiência Composta}}{\text{Máxima (Eficiência Composta)}} \quad (6)$$

O modelo BCC foi o escolhido por ser o mais adequado para que atinjamos nosso objetivo principal de verificarmos a DMU mais eficiente de acordo com seus custos de

produção, ou seja a otimização de recursos financeiros é o principal fator positivo que classificará a eficiência de uma DMU.

A escolha das variáveis seguiu o que propõe a literatura e considerando o cenário onde a máxima utilização dos recursos (*inputs*) retorna ao produtor do milho safrinha o mínimo custo possível para aumentar sua margem de lucro frente ao produto comercializado.

Portanto, segue abaixo o modelo BCC ou VRS utilizado neste trabalho orientado à *output*:

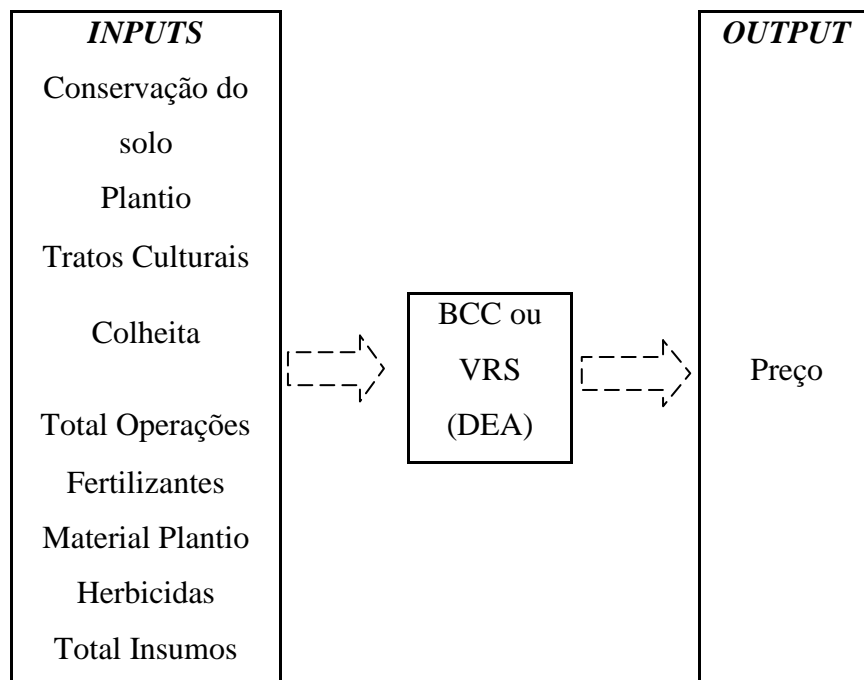


Figura 01: Variáveis utilizadas no modelo BCC ou VRS.

Fonte: Elaborado pelos autores deste estudo

3 Resultados e discussões

Na tabela 02 abaixo estão relacionadas as análises descritivas do milho safrinha, para as 9 variáveis de entrada (*inputs*) e uma variável de saída (*output*). Como os dados analisados são dos anos de 1999 à 2008 cada ano é tratada como uma DMU portanto, são 10 DMUs do milho safrinha. Cada ano é tratado como uma DMU (tomadora de decisão) pois, cada ano possui suas particularidades e liberdade na decisão e na utilização de insumos para a produção de produtos, assim é possível comparar qual ano foi mais eficiente em relação aos anos passados e futuros, analisar a DMU mais eficiente e tentar tomá-la como padrão pra otimizar recursos e ainda assim, sempre estar em revisão contínua de melhoramento na eficiência da produção para diminuir os gargalos da produção do milho.

A análise descritiva apresentada através da tabela 01, mostra os resultados, de valores mínimos e máximos apresentados de acordo com cada *input* e *output*. É apresentado também as médias de cada variável onde é evidenciado as estimativas de médias de maior magnitude é 179,43 que é o total de herbicidas, mostrando ser este fator de custo importante. O maior percentual de variação foi da variável fertilizantes com 79,93% de variação, sendo que todos as outras variáveis apresentaram variação próxima de 50%. As estimativas de correlação são apresentadas na tabela 02.

Tabela 01: Análise descritiva do milho safrinha de acordo com cada variável utilizada.

Análise Descritiva						
Variáveis		Mínimo	Máximo	Média Aritmética	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Inputs	Conservação do solo	2,79	11,62	5,37	2,75	51,33%
	Plantio	12,48	61,7	29,27	15,74	53,80%
	Tratos Culturais	5,08	43,8	15,94	12,41	77,84%
	Colheita	15,03	61,01	32,97	12,55	38,06%
	Total Operações	38,04	178,13	83,54	42,13	50,43%
	Fertilizantes	46,7	294,77	91,83	73,40	79,93%
	Material Plantio	23,22	127,08	55,36	29,99	54,18%
	Herbicidas	9,75	43,04	20,90	11,13	53,26%
	Total Insumos	81,05	494,54	179,43	121,23	67,56%
Output	Preço	4	11,16	5,95	2,30	38,67%

Fonte: Elaborado pelos autores

Na tabela 02, é possível verificar uma forte correlação entre todas as variáveis, pois a menor estimativa foi de valor é 0,7537. Portanto, conclui-se que entre as variáveis analisadas há forte correlação linear positiva. Todas as estimativas de correlações foram significativas ao nível de significância nominal de 0,05.

Na tabela 03 estão apresentados de acordo com os *scores* eficiência (%) e na tabela 04 de cada DMU o ranking de eficiência das 10 DMUs (anos 1999 à 2008) do milho safrinha. Os *scores* foram calculados para a fronteira padrão, fronteira invertida, fronteira composta e fronteira composta normalizada. Os resultados estão apresentados na tabela à seguir:

Tabela 02: Estimativas da correlação de Pearson entre as variáveis de custo de produção e preço do Milho safrinha. (Tendo como variáveis de Output A: Preço; e as variáveis de Input são: B: Conservação de solo; C:Plantio; D:Tratos Culturais; E:Colheita; F:Total Operações;

G: Fertilizantes; H: Material Plantio; I: Herbicidas e J: Total Insumos, todas variáveis estão avaliadas por hectare (ha)).

MILHO SAFRINHA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	---	0,9249	0,8144	0,945	0,9175	0,9164	0,885	0,8355	0,8324	0,8853
B		---	0,9603	0,9739	0,9381	0,9904	0,9062	0,9251	0,9302	0,9479
C			---	0,9356	0,88	0,9741	0,8446	0,9534	0,9682	0,9272
D				---	0,8999	0,9758	0,9026	0,9192	0,954	0,9448
E					---	0,953	0,8749	0,8891	0,8304	0,8983
F						---	0,9012	0,9523	0,9509	0,9542
G							---	0,9217	0,8349	0,9795
H								---	0,9422	0,9742
I									---	0,9236
J										---

Tabela 03: *Score* de eficiência dos anos de 1999 à 2008 da do milho safrinha.

DMU	Milho safrinha			
	Padrão	Invertida	Composta	Composta Normalizada
1999	100	100	50	89,23
2000	100	87,93	56,03	100
2001	100	100	50	89,23
2002	100	96,01	51,99	92,78
2003	93,90	100	46,95	83,79
2004	85,35	100	42,67	76,16
2005	77,06	100	38,53	68,76
2006	73,59	100	36,79	65,67
2007	100	89,99	55,00	98,15
2008	100	100	50	89,23
Eficiente (s)	6	7	1	1
Ineficientes (s)	4	3	9	9

Fonte: Elaborado pelos autores.

Aplicando o DEA BCC a base de dados utilizada apresentamos os resultados de acordo com o seu *score*, analisando a fronteira de eficiência padrão, do milho safrinha com DMUs eficientes foram: as dos anos de 1999, 2000, 2001, 2002, 2007 e 2008.

A tabela 03 apresenta o ranking da fronteira invertida que serve para discriminar as DMUs que tiveram 100% de eficiência na fronteira padrão, que na fronteira invertida podem ser interpretadas como ineficientes teoricamente e vice-versa. É atribuído um *score* pelo DEA a cada DMU como forma de desempatar as DMUs consideradas 100% eficientes pela

fronteira padrão isso ocorreria se algumas DMUs consideradas 100% eficientes na fronteira padrão não tivessem também obtido 100% de eficiência na fronteira invertida o que nos permite uma análise mais profunda do problema de eficiência, esse ocorrido confirma a revisão de literatura onde há ocorrência de ‘DMUs com falsa eficiência’ na fronteira invertida. De acordo com a análise da fronteira invertida do milho safrinha que foram 100% na fronteira invertida foram, as dos anos de 1999, 2001, 2003, 2004 e 2005, 2006 e a de 2008. É possível perceber que ocorreu DMU’S que foram 100% tanto na fronteira de eficiência padrão e na fronteira de eficiência invertida, ou seja aconteceu com essas DMUs a falsa eficiência ocorreu nas DMU’S: 1999, 2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008.

Na tabela 04 é possível classificar a eficiências das DMUs de acordo com a fronteira composta normalizada.

Tabela 04: Ranking de eficiência normalizada da Safrinha do milho.

Safrinha (Milho)			
Posição	DMU	Eficiência Normalizada	
1°	2000	100,00%	
2°	2007	98,16%	
3°	2002	92,78%	
4°	1999	89,23%	
5°	2001	89,23%	
6°	2008	89,23%	
7°	2003	83,79%	
8°	2004	76,16%	
9°	2005	68,77%	
10°	2006	65,67%	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Este ranking foi construído comparando as DMU’s com *ranking* de eficiência do milho safrinha conforme o resultado do cálculo da eficiência composta normalizada, conforme tabela 04, foram apresentados os valores percentuais de cada DMU e é possível verificar que dentre o milho safrinha, a DMU mais eficiente de acordo com os *inputs* e analisando o *output* gerado é a DMU do ano 2000.

4 Conclusões

Portanto, a análise envoltória de dados se mostrou satisfatória na análise de custos, pois foi possível identificar a fronteira de eficiência das variáveis analisadas de acordo com as DMU's. Foi possível a construção do *ranking* de acordo com a fronteira de eficiência do milho safrinha e através da análise desse *ranking* foi possível identificar as fronteiras eficientes e também a identificação das DMU's ineficientes. Com base na eficiência normalizada, o ano mais eficiente foi o de 2000.

Referências

- [1] ADLER, N.; FRIEDMAN, L.; SINUARY-STERN, Z. *Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. Ano 2002.* Disponível em: <<http://pluto.huji.aci.ac.il/~msnic/5DEA.pdf>>. Acesso em 14 de maio de 2013.
- [2] ALVAREZ, M.P. **A evolução das responsabilidades e atribuições da função compras/suprimentos: um estudo na indústria têxtil-confecção de Santa Catarina.** 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- [3] ASSAF NETO, A. **Finanças corporativa e valor.** 5ª edição, São Paulo/SP: Editora Atlas, 2010.
- [4] BEZERRA, Neto Francisco; GOMES, G. Eliane; OLIVEIRA, A.M. **Produtividade biológica em sistemas consorciados de cenoura e alface avaliada através de indicadores agro econômicos e métodos multicritério.** Revista Horticultura Brasileira 25: 193-198, 2007.
- [5] CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos Safra 2010/2011.** 12º Levantamento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_09_19_09_49_47_boletim_setembro-2011.pdf>. Acesso em 10 de agosto de 2013.
- [6] CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos Safra 2011/2012.** 6º levantamento. 03/2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_07_09_09_04_53_boletim_graos_junho__2013.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2013.
- [7] EMBRAPA. A. Comunicado técnico 172. **Viabilidade Econômica da Cultura do Milho Safrinha, 2012, em Mato Grosso do Sul.** Embrapa Agropecuária Oeste. ISSN 1679-0472, 1ª edição, Dourado, MS, Dezembro, 2011, 1-8, 2012. Disponível em: <

<http://www.embrapa.br/noticias/2012/fevereiro/2a-semana/custo-de-producao-do-milho-safrinha-e-tema-central-de-publicacao-1/#>>. Acesso em 10 de agosto de 2013.

[8] FERREIRA, M. A. M.; GONÇALVES, R. M. L.; BRAGA, M. J. **Investigação do desempenho das cooperativas de créditos de Minas Gerais por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) – Economia Aplicada**. Número 3. Volume 11. Ribeirão Preto. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1412-0502007000300006&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em 10 de julho de 2013.

[9] GOMES, E. G.; GREGO, C. R.; MELLO, J. C. C. B. S.; VALLADARES, G. S.; MANGABEIRA, J. A. C.; MIRANDA, E. E. **Dependência espacial da eficiência do uso da terra em assentamento rural na Amazônia**. Produção, v. 19, n. 2, p. 417-432, 2009.

[10] HASANOV, Shavkat; NOMMAN, Ahmed Mirza. **Agricultural efficiency under resources scarcity in Uzbekistan: A Data Envelopment Analysis**. BEH – Business and economic Horizons. Volume 4. Issue1. January 2011 pp. 81-87. ISSN: 1804-1205.

[11] MELLO, J.C.C.B.; BIONDI, L.; GOMES, E.G, ANGULO-MEZA, L. **Integrated System for Decision Support (SIAD Sistema Integrado de Apoio a Decisao) - A Software Package for Data Envelopment Analysis Model (2005)**. Pesquisa Operacional, 25. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pope/v25n3/27835.pdf>>. Acesso em: 10 de junho de 2013.

[12] MEZA, L. A.; BIONDI, L.N.; MELLO, J.C.C.B.S.; GOMES, E.G. **ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model**. Pesquisa Operacional, v. 25, (3), p. 493-503, 2005. Disponível em:< http://www.uff.br/decisao/artigos_aplicacao.html>. Acesso em 10 de junho de 2013.

[13] NEVES, I. J.J.; VASCONCELOS, E.S.; BRITO, J.L. **Análise da eficiência na geração de retorno aos acionistas das empresas do setor da construção civil com ações negociadas na BM&FBOVESPA nos anos de 2009 e 2010 por meio da análise envoltória de dados – DEA**. IX Simpósio de excelência em gestão e tecnologia; tema: Gestão, Inovação e tecnologia para a sustentabilidade. 2012. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/2175-8069.2012v9n18p41>>. Acesso em 25 de maio de 2013.

[14] RAFAELI, L. **A análise envoltória de dados com ferramenta para avaliação de desempenho relativo**. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/16477/000701359.pdf?sequence=1>>.

Acesso em 24 de julho de 2013.

[15] TSUNECHIRO, A.; OLIVEIRA, M. D. M.; FURLANETO, F. P. B.; Duarte, A. P.. **Análise técnica e econômica de sistemas de produção de milho safrinha, região do médio Paranapanema, estado de São Paulo.** Informações Econômicas, volume 36, número 9, São Paulo/SP, setembro 2006. Disponível em:<<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/tec6-0906.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2013.