

# EFEITO DA NÃO HOMEGENEIDADE DE DMUS NA AVALIAÇÃO DE FAZENDAS NA AMAZÔNIA QUE USAM TECNOLOGIAS COM DIFERENTES IMPACTOS AMBIENTAIS

Eliane G. Gomes \*, João Carlos C. B. Soares de Mello †, Antônio Carlos R. de Freitas §

\* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)  
Brasília, DF, Brasil  
e-mail: eliane.gomes@embrapa.br

† Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia de Produção  
Niterói, RJ, Brasil  
e-mail: jcsmello@pesquisador.cnpq.br

§ Embrapa Meio Norte  
Teresina, PI, Brasil  
e-mail: carlos@cpamn.embrapa.br

## 1 INTRODUÇÃO

O preparo de áreas agrícolas para o plantio é feito tradicionalmente com uso de fogo. Esta atividade, além do baixo custo, facilita a limpeza da área e torna os nutrientes da vegetação disponíveis para o plantio. Entretanto, esta prática, conhecida como derruba e queima, contribui para a emissão de gases na atmosfera. Além disso, torna-se insustentável à medida em que se fazem repetidas queimadas e reduz-se o tempo de pousio, com perda de nutrientes do solo. Alternativamente, a trituração da vegetação rasteira (capoeira) consiste em um método de preparo do solo sem uso do fogo, associado, fundamentalmente, à trituração e ao enriquecimento de capoeira [1].

Neste artigo são analisados os dados de desempenho econômico de áreas cultivadas com uso da tecnologia de trituração de capoeira (TC) em relação a áreas cultivadas com práticas tradicionais de derruba e queima (DQ). Foram usados modelos de Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) para calcular medidas de eficiência desses produtores. Por usarem diferentes tecnologias de produção, este grupo de agricultores familiares não é homogêneo. Para que possam ser comparados, propõe-se aqui uma abordagem para o cálculo das medidas de eficiência que leva em conta esta não homogeneidade.

## 2 ESTUDO DE CASO

O ensaio experimental envolveu 24 famílias da localidade Travessa Cumarú, situada no município de Igarapé-Açú, Pará, Brasil (Amazônia Oriental). No primeiro ciclo anual de produção, entre agosto de 2000 a julho de 2001, foram formados dois grupos de observação. O primeiro grupo foi composto de unidades familiares, que usaram sistemas agrícolas cultivados com práticas de DQ e sistemas agrícolas cultivados com tecnologia de TC. As unidades familiares que compuseram o segundo grupo empregaram exclusivamente sistemas agrícolas com práticas de DQ. No segundo ciclo, compreendido entre agosto de 2001 e julho de 2002, todas as unidades familiares utilizaram sistemas agrícolas com práticas de DQ.

O universo da amostra abrangeu um total de 55 áreas cultivadas, sendo 34 áreas cultivadas no primeiro ciclo anual de produção (13 áreas cultivadas com uso da tecnologia de TC e 21 cultivadas com práticas de DQ) e 21 áreas cultivadas com práticas de DQ no segundo ciclo anual de produção. Maiores detalhes sobre o estudo podem ser encontrados em [1].

Para avaliar a eficiência técnica relativa das unidades familiares utilizou-se o modelo DEA com retornos variáveis de escala [2]. As medidas de eficiência foram calculadas pelo *software* SIAD [3].

### 3. DEA E NÃO HOMOGENEIDADE

A eficiência técnica das unidades familiares agrícolas foi medida com uso de modelos de DEA. Esta abordagem utiliza problemas de programação linear (PPLs) para estimar uma fronteira eficiente e calcular a eficiência relativa de unidades produtivas, designadas por DMUs. Neste artigo foi usado o modelo DEA BCC [2]. Detalhes sobre formulação matemática de modelos DEA podem ser vistos em [4].

Um dos pressupostos de DEA é a possibilidade de comparação entre as DMUs, ou seja, o grupo de unidades a avaliar deve ser homogêneo. A inexistência desta homogeneidade é uma das “armadilhas” referidas em [5]. No caso aqui em estudo esta homogeneidade não existe, já que alguns produtores usaram em seus sistemas produtivos tecnologia de DQ e outros de TC.

Propõe-se aqui uma técnica alternativa às existentes na literatura para compensar a não homogeneidade. No caso em questão, os agricultores familiares que usaram a tecnologia de TC têm a desvantagem de usarem uma tecnologia mais cara, o que pode comprometer sua renda líquida e sua eficiência. Dessa forma, propõe-se compensar estas unidades pelo princípio de *handicap*, ou seja, dar vantagem ao “competidor” em desvantagem e, conseqüentemente, poder conduzir uma comparação justa. Aqui a compensação é feita mediante um fator de correção aplicado à eficiência das DMUs que têm (des)vantagem *a priori*. A proposta segue os seguintes passos:

1. Separar as DMUs em agrupamentos homogêneos.
2. Rodar um modelo DEA isolado para cada grupo identificado; selecionar as unidades 100% eficientes.
3. Rodar um modelo DEA somente com as unidades eficientes de cada grupo.
4. Calcular a eficiência média, com base nos resultados obtidos no modelo do passo 3, para cada grupo de DMUs. Já que, nos seus grupos, estas DMUs eram eficientes, o fato de esta eficiência média não ser unitária só pode ser atribuído à desvantagem da tecnologia usada, não às deficiências intrínsecas das DMUs.
5. Rodar um modelo DEA com todas as unidades juntas.
6. Usar a eficiência média do grupo em desvantagem como fator de correção das medidas de eficiência. Duas possibilidades de compensação: a) dividir a eficiência do passo 5 do grupo em desvantagem pela eficiência média do passo 4; b) multiplicar a eficiência da etapa 5 do grupo em vantagem pela eficiência média da etapa 4. A escolha leva em conta a necessidade de que a maior eficiência do modelo que avalia todas as DMUs em conjunto seja exatamente igual a 1.
7. As medidas de eficiência corrigidas são as do passo 6.

### 4. MODELAGEM E RESULTADOS

O modelo DEA foi aplicado às áreas cultivadas nos dois ciclos de produção. Nesta análise, das 55 áreas originalmente acompanhadas, foram descartadas duas que apresentaram dados inconsistentes, restando um total de 53 DMUs.

Como *inputs* foram considerados “área cultivada” e “dias trabalhados”; renda líquida é o *output*. Como havia valores negativos para o *output* renda líquida, foi feita uma translação de eixos, adicionando-se um valor elevado a todas as DMUs, de modo que todos os valores fossem positivos. O modelo DEA escolhido foi o modelo BCC, com orientação a *inputs*, tanto devido à existência de diferenças de escala entre as DMUs e pelo interesse em saber em quanto as unidades familiares ineficientes deveriam reduzir os recursos usados, de modo a aumentar a eficiência, sem alterar as quantidades produzidas, quanto pelo fato de este modelo ser invariante à translação efetuada [4].

Seguindo os passos da proposta aqui apresentada, foram calculadas as medidas de eficiência para cada grupo isoladamente. No grupo com prática de DQ, das 39 DMUs, cinco foram DEA eficientes. No grupo com tecnologia TC, dos 14 produtores, três foram eficientes.

Em seguida, rodou-se um modelo DEA BCC composto pelas oito DMUs acima mencionadas. Os produtores do grupo DQ tiveram neste modelo eficiência unitária. Já os do grupo TC tiveram eficiência média de 0,9863. Este é o fator de correção a ser aplicado às DMUs do grupo DQ, que corrige a vantagem em termos de eficiência advinda de uma tecnologia mais favorável do ponto de vista econômico.

A próxima etapa foi calcular as medidas de eficiência considerando-se as 53 DMUs em um único grupo. Neste modelo, as medidas de eficiência dos 39 produtores que usaram DQ foram multiplicadas por 0,9863 para correção da vantagem que têm à partida ao serem comparados com os produtores do grupo de TC. Neste modelo corrigido, a eficiência média do grupo de DQ foi de 0,4472 e de 0,5365 para o grupo de TC. Com a compensação aqui proposta, as DMUs que usam tecnologia mais cara, mas ambientalmente correta, tiveram vantagem na comparação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medidas de eficiência aqui calculadas podem ser úteis para a atribuição de eventuais recursos/subsídios aos agricultores avaliados. Com esta medida de eficiência, uma DMU não teria direito a crédito subsidiado só por ser “amiga do ambiente”, nem deixaria de o ter por usar queima. O índice leva em conta este aspecto junto com os aspectos de gestão de cada agricultor.

Neste estudo foram considerados somente aspectos produtivos e financeiros. A inclusão de variáveis ambientais nas medidas de eficiência pode resultar em um cenário bem diferente do descrito aqui, já que a tecnologia de TC pode ser considerada mais “limpa” em relação às práticas de DQ.

Em relação à modelagem proposta, ressalta-se que não houve interesse na determinação de *benchmarks*. O foco aqui mostrado foi o das medidas de eficiência. A indicação de *benchmarks* para as unidades produtivas ineficientes traz como necessidade a proposição de modelos DEA não radiais [6], já que as DMUs de cada grupo tecnológico deveriam espelhar suas práticas apenas em unidades pertencentes ao mesmo grupo. Neste caso, podem ainda ser úteis adaptações de modelos que usam variáveis categóricas em DEA. Estes estudos encontram-se em desenvolvimento.

Deve-se ainda mencionar que o pequeno fator de correção encontrado é devido ao fato de ter sido usado o modelo BCC. Este modelo já leva em conta alguma não homogeneidade das DMUs, principalmente relativa aos efeitos de escala. Estudo prévio semelhante, mas com o modelo DEA CCR, apresentou um fator de correção maior [7].

## 6. AGRADECIMENTO

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- [1] A.C.R. Freitas, *Crise Ecológica e Mudança Técnica da Agricultura Camponesa de Derruba e Queima da Amazônia Oriental*, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 2004.
- [2] R.D. Banker, A. Charnes and W.W. Cooper, “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, **30**, 1078-1092 (1984).
- [3] L. Angulo Meza, L. Biondi Neto, J.C.C.B. Soares de Mello and E.G. Gomes, “ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis”, *Pesquisa Operacional*, **25**, 493-503 (2005).
- [4] W.W. Cooper, L.M. Seiford and K. Tone, *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [5] R.G. Dyson, R. Allen, A.S. Camanho, V.V. Podinovski, C.S. Sarrico, C.S. and E.A. Shale, “Pitfalls and protocols in DEA”, *European Journal of Operational Research*, **132**, 245–259 (2001).
- [6] M.P.E. Lins, L. Angulo Meza and A.C.M. Silva, “A multi-objective approach to determine alternative targets in data envelopment analysis”, *Journal of the Operational Research Society*, **55**, 1090-1101 (2004).
- [7] E.G. Gomes, J.C.C.B. Soares de Mello and A.C.R. Freitas, “Análise de eficiência em agricultura com unidades em desvantagem competitiva”, in *Anais do X Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha*, Casnav, Rio de Janeiro (2007).