

EFICIÊNCIA TÉCNICA EM AGRICULTURA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO

João Alfredo de Carvalho Mangabeira

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Dr. Júlio Soares de Arruda 803, 13088-300, Parque São Quirino, Campinas, SP

manga@cnpm.embrapa.br

Eliane Gonçalves Gomes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – SGE

Parque Estação Biológica, W3 Norte final, 70770-901, Asa Norte, Brasília, DF

eliane.gomes@embrapa.br

Resumo

Medidas de eficiência relativa de produtores agrícolas podem servir como subsídio às decisões na agricultura, ao indicar as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referência às práticas adotadas. Este artigo usa modelos de Análise de Envoltória de Dados (DEA) para medir a eficiência agricultores familiares do município de Machadinho d'Oeste, Rondônia. Os dados utilizados referem-se ao ano de 1999. Área cultivada, mão-de-obra e custos de produção são os *inputs* do modelo e a renda bruta é o *output*. É usado o modelo DEA BCC, já que há diferenças de escala entre as unidades avaliadas.

Palavras-Chaves: Análise de envoltória de dados; Agricultura familiar; Eficiência.

Abstract

Technical efficiency scores can support decision-making process in agriculture, as it points out the sources of inefficiencies and the benchmarks. In this paper we use Data Envelopment Analysis (DEA) models to measure the efficiency of family farmers settled in Machadinho d'Oeste, Rondônia. Data is from 1999. Cultivated area, employment and costs are inputs and gross income is the output. We used DEA BCC model, as there are differences in scale operation among the evaluated units.

Keywords: Data envelopment analysis; Family farms; Efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Políticas públicas e de ações governamentais devem ter sua gestão pautada em informações, geralmente provenientes de diagnósticos de uma dada realidade. No caso específico de Projetos de Assentamento da Reforma Agrária na Amazônia, diagnósticos são igualmente importantes pela carência de informações sobre a qualidade e sobre a quantificação dos processos praticados ao longo do tempo.

Há 20 anos são acompanhadas no município de Machadinho d'Oeste, Rondônia, mais de 300 pequenas propriedades rurais, junto às quais são coletadas informações sobre cerca de 250 variáveis biofísicas, socioeconômicas e ambientais. A cada três anos, aproximadamente, é traçado um perfil agrosocioeconômico da agricultura e dos agricultores da região. Todos os dados obtidos são geocodificados e tratados estatisticamente, e servem de base para construção e avaliação de indicadores agronômicos, socioeconômicos e ambientais sobre a evolução temporal e espacial da agricultura na região (Miranda et al., 1999b, 2002).

Foram realizadas algumas avaliações sobre o desempenho da agricultura dessa região, tanto em termos de sua sustentabilidade (Mangabeira et al., 1998) quanto em relação à evolução da produtividade agrícola (Miranda et al., 1999a).

Neste artigo apresenta-se uma avaliação do desempenho da agricultura de

Machadinho d'Oeste com modelos de Análise de Envoltória de Dados, para medir a eficiência técnica de uma amostra de agricultores. Foram usadas como variáveis área cultivada, mão-de-obra, custos de produção e renda bruta, coletadas na pesquisa de campo conduzida no ano de 1999. Em Gomes et al. (2005) encontra-se um estudo sobre a eficiência dos agricultores de Machadinho d'Oeste para um modelo diferente do aqui usado. Naquele caso, os autores usaram 6 modelos isolados, um para cada tipo de cultura, no qual os *inputs* eram mão-de-obra e área cultivada e o *output* era a produção. Além das medidas de eficiência, os autores analisaram a relação entre o tipo de solo de cada propriedade e a eficiência medida.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Machadinho d'Oeste localiza-se entre os Municípios de Ariquemes e Jaru, distanciados aproximadamente 400 km da capital do Estado de Rondônia, Porto Velho, entre as coordenadas geográficas 61°47' e 63°00' de longitude WGr e 9°19' e 10°00' de latitude S (Figura 1).



Figura 1: Localização de Machadinho d'Oeste no Estado de Rondônia.

Em 1984, o já criado Projeto de Assentamento (PA) de Machadinho tinha uma infraestrutura mínima para a colonização agrícola (estradas, núcleos urbanos de apoio, projeto fundiária implantado, lotes demarcados etc.). Foi dimensionado inicialmente para um total de 3.000 famílias de colonos, das quais mais de 2.000 já haviam chegado em 1984.

Em 1986 foi definido um projeto de pesquisa que pretende acompanhar, por um período de 100 anos, os sistemas de produção agrícola praticados por pequenos agricultores desta região e sua sustentabilidade. A cada três anos são feitas investigações de campo com aplicação de questionários, com cerca de 250 variáveis agrosocioeconômicas e ambientais, sobre uma ampla amostra de propriedades. E, a cada ano, o uso das terras é monitorado por de imagens de satélites e espacializado em um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Em 1986 foi realizado um esforço de amostragem, que cobriu cerca de 15% dos lotes (uma primeira amostra de 588 lotes – 20% do total – apresentou muitos lotes desocupados e foi redimensionada): 125 na Gleba 1, 228 na Gleba 2, 47 na Gleba 3, 38 na Gleba 6, perfazendo 438 lotes, que representavam 54,1% dos lotes ocupados..

Os resultados da primeira campanha de levantamento de dados *in loco* permitiram

definir um primeiro perfil dos agricultores recém chegados e da agricultura. Alguns modelos da evolução possível da agricultura e de seu impacto foram desenvolvidos e aplicados. Em 1989, um novo levantamento permitiu elaborar e espacializar em SIG o perfil da agricultura e dos agricultores. Em 1993, outra etapa foi realizada, aprofundando aspectos vinculados à economia e ao meio ambiente.

Em 1996, a pesquisa de campo amostrou as mesmas 438 propriedades investigadas em 1986, porém, houve visitação às propriedades não ocupadas em 1986, daquela amostra sorteada inicialmente de 588 propriedades. O primeiro tratamento dos dados mostrou que, em 10 anos, houve mudanças profundas nas propriedades, tanto na estrutura como nos sistemas de produção (Miranda et al., 1997). Pesquisas realizadas a partir de imagens de sensoriamento remoto e de dados de estrutura da vegetação permitiram a identificação de trajetórias de uso e cobertura das terras no conjunto de propriedades do assentamento (Batistella, 2001; Batistella et al., 2003).

Em agosto 1999, em um novo levantamento de campo, foram entrevistados 439 agricultores e caracterizados seus sistemas de produção. Caso a propriedade tivesse mudado de dono, o novo responsável era entrevistado e, dessa forma, foi elaborado um novo perfil dos agricultores e da agricultura.

Em continuidade ao trabalho de monitoramento da pequena agricultura nesta região, em setembro e outubro de 2002 um novo levantamento foi conduzido junto às propriedades estudadas em anos anteriores, atualizando as variáveis sobre os sistemas de produção praticados. Foi igualmente realizado um novo levantamento sobre a tipologia de solos (Valladares et al., 2003), com o objetivo de melhorar aquele realizado em 1999.

Os dados desse último levantamento (ano de 2002) encontram-se em fase de publicação e, por este motivo, este artigo concentra-se nas últimas informações publicadas, ou seja, naquelas referentes ao ano de 1999. Cabe ressaltar, entretanto, que a abordagem aqui apresentada é passível de uso para os demais anos de estudo em Machadinho, bem como para generalização em outros sistemas agrícolas de produção em diferentes regiões do país.

3. EFICIÊNCIA TÉCNICA: MODELO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Os temas produtividade e eficiência são usados, em muitas ocasiões, como sinônimos. Entretanto, por não encerrarem o mesmo conceito, devem ser diferenciados tanto em aplicações em agricultura quanto em outras áreas de estudo. Por exemplo, usar toneladas de grão por hectare como medida de eficiência de um produtor rural pode acarretar em erro, já que medidas desse tipo apresentam a deficiência de não considerarem outros recursos na medida de eficiência, como mão-de-obra, maquinarias, combustível, fertilizantes etc. (Gomes et al., 2003). Assim, o uso dessa medida na formulação de políticas pode resultar não só no uso excessivo dos recursos não incluídos na medida de eficiência, mas também na imposição de metas irreais.

A Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) tem como objetivo calcular a eficiência de unidades produtivas, chamadas de unidades de tomada de decisão ou DMUs (*Decision Making Units*), em situações em que não seja predominante ou não se deseja converter todas as variáveis em uma unidade de medida que considere um único aspecto, normalmente o financeiro.

Em sua formulação, DEA usa problemas de programação linear (PPLs) que otimizam cada observação individual de modo a estimar uma fronteira eficiente (linear por partes), composta das unidades que apresentam as melhores práticas dentro da amostra em avaliação (unidades Pareto-Koopmans eficientes). Essas unidades servem como referência ou *benchmark* para as unidades ineficientes.

A eficiência relativa de uma DMU é definida como a razão da soma ponderada de produtos pela soma ponderada de insumos necessários para gerá-los. Os pesos usados nas ponderações são obtidos de um programa de programação fracionária, posteriormente

linearizado, que atribui a cada DMU os pesos que maximizam a sua eficiência.

A vantagem de DEA frente a outros modelos de produção é a capacidade de incorporar múltiplos *inputs* (entradas, recursos, insumos ou fatores de produção) e múltiplos *outputs* (saídas ou produtos) para o cálculo de uma medida de eficiência única, com ou sem a incorporação de julgamentos subjetivos por parte dos decisores.

Há dois modelos DEA clássicos. O modelo CCR (também conhecido por CRS ou *constant returns to scale*) trabalha com retornos constantes de escala (Charnes et al., 1978) e assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. O modelo BCC ou VRS (*variable returns to scale*), devido a Banker et al. (1984), considera retornos variáveis de escala, ou seja, substitui o axioma da proporcionalidade pelo axioma da convexidade. Tradicionalmente são possíveis duas orientações radiais para esses modelos na busca da fronteira de eficiência: orientação a *inputs*, quando deseja-se minimizar os recursos disponíveis, sem alteração do nível de produção; orientação a *outputs*, quando o objetivo é aumentar as quantidades produzidas, considerando as mesmas quantidades dos recursos usados.

Existem duas formulações equivalentes para DEA (PPLs duais). De forma simplificada, pode-se dizer que uma das formulações (modelo dos Multiplicadores) trabalha com a razão de somas ponderadas de produtos e recursos, com a ponderação escolhida de forma mais favorável a cada DMU, respeitando-se determinadas condições. A outra formulação (modelo do Envelope) define uma região viável de produção e trabalha com uma projeção de cada DMU na fronteira dessa região; as DMUs ineficientes localizam-se abaixo da fronteira de eficiência e as eficientes na fronteira.

Em (1) e em (2) apresentam-se, respectivamente, o modelo DEA BCC dos Multiplicadores e do Envelope, com orientação a *inputs*. Considera-se que cada DMU k , $k = 1 \dots n$, é uma unidade de produção que utiliza r *inputs* x_{ik} , $i = 1 \dots r$, para produzir s *outputs* y_{jk} , $j = 1 \dots s$. Em ambas as formulações h_o é a eficiência da DMU o em análise; x_{io} e y_{jo} são os *inputs* e *outputs* da DMU o .

Em (1), v_i e u_j são os pesos calculados pelo modelo para *inputs* e *outputs*, respectivamente; u_* é interpretado como fator de escala (quando positivo indica retornos decrescentes de escala; quando negativo, indica retornos crescentes de escala; caso seja nulo, a situação é de retornos constantes de escala). Em (2), λ_k representa a contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU o .

$$\begin{aligned} \text{Max } Eff_o &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} - u_* \\ \text{sujeito a} \\ \sum_{i=1}^r v_i x_{io} &= 1 \\ - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - u_* &\leq 0, \forall k \\ u_j, v_i &\geq 0, \forall j, i \\ u_* &\in \Re \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Min } h_o \\
& \text{sujeito a} \\
& h_o x_{io} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\
& -y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j \\
& \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \\
& \lambda_k \geq 0, \forall k
\end{aligned} \tag{2}$$

Modelos DEA CCR são análogos aos apresentados, excetuando-se o fator de escala u_* em (1) e a restrição de convexidade, $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$, em (2).

Em Gomes et al. (2003, 2004) são encontradas diversas referências ao uso de DEA na avaliação de eficiência em agricultura. Gomes et al. (2003) apresentam também uma revisão sobre outros modelos DEA (FDH, restrições aos pesos) e sua integração com SIG.

4. MODELAGEM E RESULTADOS

4.1. MODELAGEM

Para estruturar um modelo DEA é necessário definir as unidades a avaliar, as variáveis a constituir o modelo (*inputs* e *outputs*) e o modelo DEA adotado (CCR, BCC, entre outros; orientação a *inputs*, a *outputs* etc.).

A etapa de seleção das variáveis é de grande importância, pois dela depende a qualidade dos resultados. Um modelo com grande número de variáveis pode acarretar em uma avaliação extremamente benevolente, com várias DMUs 100% eficientes. Para o caso de Machadinho d'Oeste foram selecionadas 4 das mais de 200 variáveis coletadas no questionário de campo. Essas variáveis indicam as relações clássicas entre produção, capital e trabalho. Como *inputs* foram selecionados Área Cultivada (representada pela área ocupada com determinado sistema de produção agrícola, em hectares), Mão-de-obra (expresso em dias homem); Custo de produção (em reais); a Renda bruta (em reais) é o *output*. Para o cálculo das variáveis foram considerados os valores relativos a três culturas de renda (café, cacau e guaraná) e a três culturas de subsistência (arroz, milho e feijão). Essa decisão tomou como base a importância dessas culturas para a região.

Em relação ao *input* Mão-de-obra é importante destacar que, em Machadinho d'Oeste, 1 ativo agrícola trabalha, em média, 300 dias no ano. Esse índice serviu como base de cálculo e o *input* foi computado de acordo com o total de ativos disponíveis por lote em um ano. Esse coeficiente é igualmente função da área cultivada que, segundo aos dados da Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) local, são assim divididos: café, cacau e guaraná, em produção a partir do 3º ano = 67 dias homem/ha (45 para capinas, 6 para desbrota, 6 para controle fitossanitário e 10 dias para colheita e beneficiamento). Para a cultura do arroz = 19 dias homem/ha (3 para plantio, 6 para capinas, 1 manejo fitossanitário, 6 para o corte e 3 dias para beneficiamento, em área desmatada e preparada para o plantio). Para as culturas do feijão e do milho = 15 dias homem/ha (3 para o plantio, 6 para capina, 3 para controle fitossanitário e 3 dias para colheita).

Para o cálculo dos custos de produção foram considerados os valores usados pela Emater local. Entretanto, como os dados da Emater servem de referência para cálculos de projetos para financiamento agrícola, que na maioria das vezes não refletem a realidade do produtor, esses valores foram reduzidos em 50% para este estudo.

As DMUs do modelo são os produtores rurais, identificados por sua localização espacial pelo número do lote e da gleba. Dos 314 produtores candidatos à avaliação (aqueles que produziram pelo menos uma das seis culturas selecionadas), 108 apresentaram valor de renda bruta inferior aos custos de produção e foram descartados da análise. Dessa forma, restaram 206 DMUs na amostra.

O modelo DEA selecionado foi o modelo BCC orientado a *inputs*, já que há diferenças de escala significativas entre as DMUs e o objetivo é saber o que deve ser otimizado dos recursos empregados para obter a produção atual, ou seja, qual a quantidade mínima de área cultivada, mão-de-obra e custos que deve ser usada para obter a produção (renda) atual gerada e, desta forma, ser eficiente.

4.2. RESULTADOS

Das 206 DMUs avaliadas, apenas 4 foram 100% DEA BCC eficientes. A eficiência média foi de $24,8 \pm 16,6\%$. Esses resultados mostram que em Machadinho d'Oeste os sistemas de produção praticados não são "otimizados", ou seja, as quantidades de recursos usados deveriam ser bem menores do que as usuais (cerca de 75% em média).

Apesar de neste estudo o uso do modelo BCC não ter provocado um grande número de empates para as unidades eficientes, é sempre importante verificar quais dessas unidades são realmente eficientes. De fato, conforme destacado por Ali (1993), o modelo BCC considera como eficientes as DMUs com maior valor em cada *output* (independente do valor dos *inputs*) e com menor valor em cada *input* (independente do valor dos *outputs*), já que as unidades nestas condições não têm outras unidades às quais serem comparadas. As DMUs nessa situação podem ser chamadas de falsamente eficientes, sendo importante conduzir uma análise individual. O autor ainda destaca que a unidade que apresenta a melhor relação "soma dos *outputs*/soma dos *inputs*" é eficiente, independente do modelo adotado.

A DMU_120 apresenta o menor valor do *input* "área cultivada". Tem eficiência de 22,2% ao ser considerado o modelo DEA CCR e tem eficiência de 89,6% ao ser rodado um modelo DEA BCC sem esse *input*.

Os menores valores dos *inputs* "custos" e "mão-de-obra" são os da DMU_122. Ao desconsiderar esses *inputs*, essa unidade tem valor de eficiência DEA BCC de 40,0%. No modelo DEA CCR a eficiência é de 23,5%.

A DMU_187 tem maior valor do *output* e apresenta a melhor relação "soma dos *outputs*/soma dos *inputs*" e, dessa forma, é verdadeiramente eficiente no modelo DEA BCC, assim como a DMU_23 que também é eficiente segundo o modelo DEA CCR.

A seguir descrevem-se algumas características dos produtores DEA BCC eficientes. Destaca-se que essas informações são aquelas que os produtores forneceram ao entrevistador de campo, durante o preenchimento do questionário.

- DMU_23: Produtor de café, oriundo do estado de SP. Chegou a Machadinho em 1983, e o lote em que está teve um proprietário anterior. Recebe assistência técnica da Emater. As quatro pessoas da família dedicam de 75 a 100% de seu tempo ao lote. O destino da produção foi a comercialização. Apontou em 1999 como problema a falta de financiamento e de recursos humanos para a propriedade; como necessidades energia elétrica e apoio para a comercialização.
- DMU_120: Agricultor capixaba que em Machadinho dedica-se ao cultivo de café.
- DMU_122: Produtor agrícola que chegou em Machadinho d'Oeste em 1995, proveniente do estado do Paraná. Reside em um lote que já teve dois proprietários anteriores. Das três pessoas da família, 2 trabalham no lote, que produz milho, mandioca, café e frutas. Identificou a baixa fertilidade e/ou desconhecimento do solo como problema e necessidade de financiamento e de recursos humanos para propriedade.
- DMU_187: Agricultor de Minas Gerais, em Machadinho desde 1986. Recebe

assistência técnica da Emater e das três pessoas da família, duas dedicam-se exclusivamente ao lote, na produção de café cacau, guaraná, pimenta do reino e frutas. Nesse lote há atividades de pecuária. Apontou saúde, educação e energia elétrica como necessidades e a falta de financiamento e de recursos humanos como problema.

Em relação aos resultados do modelo dos multiplicadores, a variável “área cultivada” foi a que recebeu maior número de pesos zero, 167, seguida de “mão-de-obra”, 127, e custos, 7. Isso sugere que em Machadinho d’Oeste haveria um excesso no uso da área cultivada. A variável custo é a que mais interfere nas medidas de eficiência.

Em relação aos resultados do modelo do Envelope, o produtor que foi considerado como referência (*benchmark*) o maior número de vezes para as DMUs ineficientes foi a DMU_23 (seguido da DMU_187), cujas características foram anteriormente descritas. Esse produtor pode ser considerado, em tese, como o melhor exemplo para aquela cultura. Na prática, todo o sistema de cultivo do produtor, assim como o modelo de gestão de sua propriedade deveriam ser avaliados para confirmar essa hipótese.

Alternativamente, foi testado um modelo DEA BCC orientado a *inputs*, com as mesmas DMUs, mas desconsiderando o *input* custo de produção e o *output* renda bruta, e introduzindo o *output* renda líquida. Os resultados foram semelhantes aos do modelo anterior, com as mesmas DMUs eficientes, mas com eficiência média menor ($15,6 \pm 16,7\%$). Entretanto, nesse caso, a variável mão-de-obra foi a que recebeu maior número de pesos zero, mas em proporção bem inferior ao do modelo anterior. A DMU_187 foi a que apareceu como *benchmark* para um maior número de agricultores.

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem uma linha de investigação bastante promissora. Em especial, novos modelos devem ser propostos para considerar as unidades que apresentaram renda líquida negativa. Nesse sentido, será de especial utilidade o modelo proposto por Gonçalves (2003), no qual incorpora-se a restrição de que a eficiência de uma unidade em avaliação com variável de *output* de valor negativo não pode ser superior a de outra com *output* positivo.

Em relação à modelagem, os resultados de DEA podem ser bastante úteis se repassados aos agricultores no sentido de promoverem sua eficiência. Nesse ponto, destaca-se que o uso do modelo único que agrega as informações das diferentes culturas pelo uso de variáveis financeira é de interesse. Entretanto, correções pontuais dependem de modelos específicos para cada tipo de cultura.

Finalmente, a integração desses resultados de eficiência com mapas de solos (como feito em Gomes et al., 2005) e de uso e de cobertura das terra pode resultar em informações adicionais e que auxiliem os agricultores em suas tomadas de decisão.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro, por meio do Edital CNPq n.º 019/2004 - Universal, processo n.º 472838/2004-0.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALI, A.I. Streamlined computation for Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, v. 64, p. 61-67, 1993.
- [2] BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

- [3] BATISTELLA, M. Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon. 2001. 367 p. Ph.D. Dissertation - Indiana University, Bloomington, 2001.
- [4] BATISTELLA, M.; ROBESON, S.; MORAN, E.F. Settlement design, forest fragmentation, and landscape change in Rondônia, Amazônia. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 69, n. 7, p. 805-812, 2003.
- [5] CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, p. 429-444, 1978.
- [6] GOMES, E.G., SOARES DE MELLO, J.C.C.B., BIONDI NETO, L. Avaliação de eficiência por Análise de Envoltória de Dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração com Sistemas de Informação Geográfica. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. (Documentos, 28).
- [7] GOMES, E.G.; MANGABEIRA, J.A.C.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Eficiência técnica dos agricultores de Holambra. In: XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Cuiabá, 2004. Anais..., 2004.
- [8] GOMES, E.G.; MANGABEIRA, J.A.C.; VALLADARES, G.S., BATISTELLA, M. Eficiência técnica e fertilidade do solo: estudo da relação espacial para o caso da agricultura de Machadinho d'Oeste, RO. In: XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Ribeirão Preto, 2005. Anais..., 2005
- [9] GONÇALVES, D.A. Avaliação de eficiência de fundos de investimentos financeiros: utilização de DMUs artificiais em modelos DEA com outputs negativos. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.
- [10] MANGABEIRA, J.A.C.; DORADO, A.; MIRANDA, E.E.; FRANZIN, J.P. Avaliação da eficiência relativa e sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas: o caso de Machadinho D'Oeste. In: Workshop Concerted Action for the Evaluation of the Sustainability of Agricultural Systems in the Southern Cone of South America, 2., Rosario-Argentina, 1998. Proceedings..., 1998.
- [11] MIRANDA, E.E.; MANGABEIRA, J.A.C. BOGNOLA, I.A.; SOARES, A.F. Evolução da produtividade agrícola em floresta tropical úmida: o caso de Machadinho d'Oeste-RO. Campinas: Embrapa-NMA, dez. 1999. 6 p. (Pesquisa em Andamento, 9). 1999a.
- [12] MIRANDA, E.E.; MANGABEIRA, J.A.C.; GOMES, E.G.; BATISTELLA, M.; MIRANDA, J.R. Café e coragem: 13 anos de colonização agrícola em Rondônia. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. 102 p. (Documentos, 17).
- [13] MIRANDA, E.E.; MANGABEIRA, J.A.C.; PIRES, V.A.; FRANZIN, J. Evolução agro-sócio-econômica dos agricultores e da agricultura de Machadinho d'Oeste em Rondônia, entre 1986 e 1999. Campinas: Embrapa-NMA, out. 1999. 6 p. (Pesquisa em Andamento, 11). 1999b.
- [14] MIRANDA, E.E.; MANGABEIRA, J.A.C.; MATTOS, C.; DORADO, A.J. Perfil agroecológico e socioeconômico de pequenos produtores rurais: o caso de Machadinho d'Oeste, Rondônia. Campinas: Ecoforça/Embrapa-NMA, 1997. 117p. il.
- [15] VALLADARES, G.S.; BOGNOLA, I.A.; GOVÊA, J.R.F. Levantamento de reconhecimento de solos de média intensidade da Gleba Machadinho, RO. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 92 p., il. (Documentos, 30).