



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



## **DESEMPENHO DE PRODUTORES AGRÍCOLAS COM BASE EM MEDIDAS DE PRODUTIVIDADE: UMA ABORDAGEM MULTICRITERIAL**

**JOÃO ALFREDO DE CARVALHO MANGABEIRA; ELIANE GONÇALVES GOMES; JOÃO CARLOS CORREIA BAPTISTA SOARES DE MELLO;**

**EMBRAPA**

**BRASÍLIA - DF - BRASIL**

**manga@cnpem.embrapa.br**

**APRESENTAÇÃO SEM PRESENÇA DE DEBATEDOR**

**AGRICULTURA FAMILIAR**

### **Desempenho de produtores agrícolas com base em medidas de produtividade: uma abordagem multicriterial**

**Grupo de Pesquisa: Agricultura familiar**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A avaliação do desempenho de unidades de produção agrícola é conduzida, em geral, por análises da produtividade. Medidas de produtividade referem-se genericamente à relação produto-insumo de um dado processo de transformação de uma unidade produtiva, organização ou região, e incorporam efeitos de mudança tecnológica e de eficiência (técnica, de escala e alocativa). Diferenças de produtividade decorrem de diferenças na tecnologia de produção, na eficiência do processo de produção e no ambiente no qual o processo produtivo ocorre (Sudit, 1995).

O crescimento da produtividade em agricultura tem sido objeto de intenso estudo, com atenção para as fontes de aumento da produtividade e as diferenças de produtividade entre países e regiões ao longo do tempo. Nesse contexto, citam-se os trabalhos de Lissitsa e Odening (2005), Perobelli et al. (2005), Vicente (2005), Ávila e Evenson (2004), Gasques et al. (2004), Helfand e Levine (2004), Bayarsaihan e Coelli (2003), Coelli e Rao (2003), Toresan (1998), Gasques e Conceição (1997), Coelli (1996), Bureau et al. (1995), Hoffmann e Jamas (1990), entre outros. Esses trabalhos empregam, geralmente, medidas do tipo produtividade parcial e total dos fatores, abordagens econométrica ou de fronteiras

de produção não paramétricas, como por exemplo, eficiência DEA-Malmquist (Färe et al., 1994).

Gasques e Conceição (1997) destacam que os indicadores de produtividade total dos fatores são mais indicados como medida do desempenho do crescimento da agricultura, já que as produtividades parciais, conforme discutido em Christensen (1975) e Ball et al. (1997), não capturam a interação dos diversos fatores envolvidos no processo produtivo.

Os indicadores de produtividade total dos fatores (TFP) são concebidos para incluir todos os insumos e produtos envolvidos no processo de produção. São medidos por índices como Fischer, Tornquist e Malmquist (Sudit, 1995). Geralmente são usados em séries temporais e requerem informações de preços, característica que limita suas aplicações em muitas situações (Toresan, 1998).

Abordagens econométricas estimam funções de produção “médias” e, segundo Lovell (1993), os modelos mais usados são os de máxima verossimilhança, mínimos quadrados ordinários corrigidos e mínimos quadrados ordinários deslocados. Pela dificuldade em considerar múltiplos produtos, expressam a produção, geralmente, por um índice agregado único, o que pode gerar problemas na escolha da ponderação.

As fronteiras de produção não paramétricas (tipo DEA, por exemplo) usam problemas de programação linear na construção de uma fronteira de produção empírica a partir de dados e para calcular uma medida de eficiência relativa (Cooper et al., 2004). No Brasil, estudos deste tipo foram feitos, por exemplo, por Toresan (1998), Pereira et al. (2002), Tupy e Yamaguchi (2002), Gomes e Mangabeira (2004), Gomes et al. (2005).

No setor agrícola, terra e trabalho são os fatores básicos de produção (Santos e Guerreiro, 2005) e o aumento da produtividade desses fatores promove crescimento econômico. Segundo Alves (2003), produtividade da terra e produtividade do trabalho são duas medidas de desempenho importantes na avaliação em agricultura, em especial, da agricultura familiar. A produtividade do trabalho é definida pela razão entre renda bruta e o número de trabalhadores. A produtividade da terra é dada pelo quociente entre renda bruta e área total. Alves (2003) destaca, entretanto, que não faz sentido estimar, simultaneamente, a produtividade da terra e a do trabalho como definidas. Ressalta, porém, que é válido estimar a produtividade da terra e a área que cada trabalhador é capaz de cultivar, indicador que mede a capacidade do trabalhador em explorar a área de que dispõe. Este artigo tem como objetivo propor uma nova abordagem para a avaliação de desempenho em agricultura com bases em medidas de produtividade. Ao invés de usar modelos tipo TFP, econométricos ou DEA, é proposto o uso do método multicritério ordinal de Copeland para fazer a avaliação conjunta desses indicadores. Essa foi a abordagem escolhida por três razões: a) as informações sobre os preços não estavam disponíveis e, mesmo que estivessem, era desejada uma avaliação que não considerasse as eventuais distorções causadas por “bolhas” de mercado; b) não era desejado impor uma determinada função de produção para os dados, que sempre constitui uma arbitrariedade; c) não era de interesse gerar uma medida agregada/ponderada de desempenho (ou “eficiência”), mesmo que os pesos fossem atribuídos de forma mais benevolente a cada produtor, já que o objetivo é comparar os agricultores entre si, sem recorrer a índices.

O estudo centrou-se em cada agricultor, com suas características individualizadas. Esta abordagem, ao invés da opção pela avaliação de áreas geográficas, deve-se ao interesse em monitorar o sucesso e a evolução de cada agricultor. A avaliação da evolução do desempenho foi para um grupo de agricultores familiares de Machadinho d’Oeste, município de Rondônia que surgiu como projeto de assentamento rural na década de 80. Foram usadas apenas as culturas mais importantes na região, quais sejam, arroz, milho e café, em três períodos de tempo. Como medidas de produtividade foram usadas a



produtividade da terra e do trabalho para cada cultura. Pode-se, assim, contribuir para a avaliação de projetos de assentamento, indicando quais os casos individuais melhor sucedidos e, em uma etapa posterior, tentar identificar as razões do sucesso para subsidiar novos projetos.

## **2. ESTUDO DE CASO**

### **IMPORTÂNCIA**

Pesquisadores da Embrapa Monitoramento por Satélite, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), idealizaram há 20 anos um projeto de acompanhamento, por 100 anos, de um número significativo de pequenas propriedades rurais no Estado de Rondônia, área de colonização agrícola na Amazônia (Miranda, 2005).

A pesquisa teve início na região de Machadinho d'Oeste, no nordeste do Estado de Rondônia. Cerca de 450 pequenas propriedades rurais têm sido acompanhadas anualmente por imagens de satélite e a cada três anos por meio de levantamentos de campo (Miranda, 2005). O antigo projeto de colonização agrícola tornou-se um município, com diversas transformações urbanas e rurais.

O monitoramento pelos pesquisadores de uma amostra de produtores rurais produziu (e ainda produz) uma série de dados sobre propriedades familiares instaladas em floresta tropical úmida, capazes de gerar indicadores sobre sua sustentabilidade agrícola. Essas informações, segundo Miranda (2005), podem influenciar políticas públicas para a região, em termos de assistência, pesquisa, financiamento etc.

### **CARACTERIZAÇÃO**

Machadinho d'Oeste é município de Rondônia, localizado entre Ariquemes e Jaru, entre as coordenadas geográficas 61°47' e 63°00' de longitude WGr e 9°19' e 10°00' de latitude S, distanciado a aproximadamente 400 km da capital Porto Velho, conforme Figura 1.

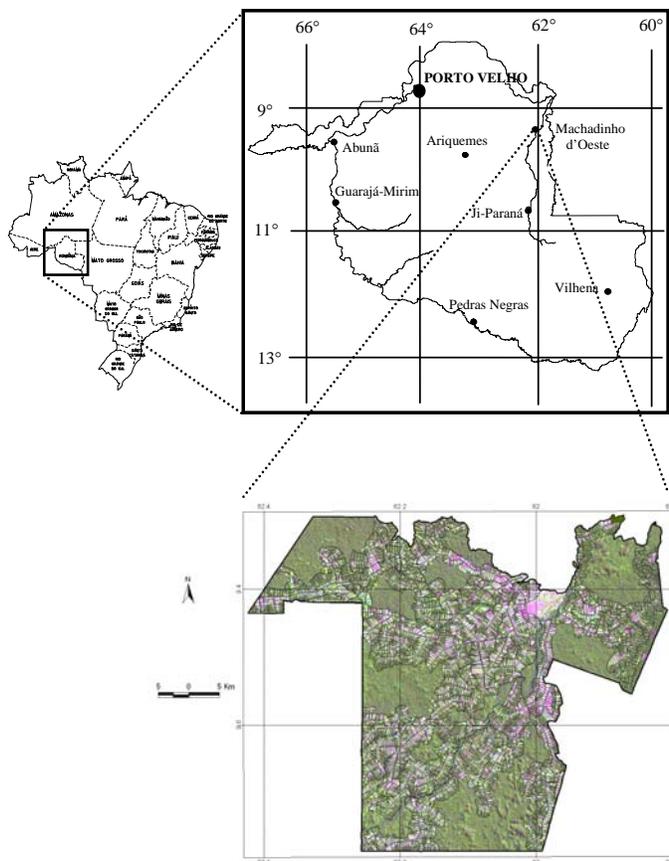


Figura 1: Localização de Machadinho d'Oeste no Estado de Rondônia.

Ao ser instituído como município em 1988 (Machadinho d'Oeste, antes de ser município, era um projeto de assentamento rural – PA), seus limites foram ampliados e novas áreas foram incorporadas (4 outros projetos de colonização e 8 centros urbanos), em um total de 8.556 km<sup>2</sup>.

O PA Machadinho foi dimensionado inicialmente para um total de 3.000 famílias de colonos, das quais mais de 2.000 já haviam chegado em 1984. Nesse ano, esse PA já tinha infra-estrutura mínima para a colonização agrícola, como estradas, núcleos urbanos de apoio, projeto fundiária implantado, lotes demarcados etc.

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

Em 1986, 1º ano da pesquisa, foi realizado um esforço de amostragem, que cobriu cerca de 15% dos lotes, em um total de 438 lotes válidos. Essa amostra aleatória e estratificada foi geocodificada em um SIG.

Os resultados do primeiro levantamento de dados *in loco* permitiram definir um primeiro perfil dos agricultores recém chegados e de sua agricultura. 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.

A pesquisa de campo de 1996 mostrou que, em 10 anos, houve mudanças profundas nas propriedades, tanto na estrutura como nos sistemas de produção (Miranda et al., 1997).

Em um novo levantamento de campo em 1999 foram entrevistados 438 agricultores, cujos sistemas de produção foram caracterizados. 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 (Miranda et al., 2002).

Em setembro e outubro de 2002, conforme apresentado em Mangabeira et al. (2005), um novo levantamento foi conduzido junto às propriedades estudadas em anos anteriores, para atualização das variáveis sobre os sistemas de produção praticados. Nessa ocasião, foram entrevistados 327 proprietários. As publicações referentes a esses 20 anos de pesquisa em Machadinho d’Oeste podem ser encontradas em Miranda (2005).

Na prospeção de campo foi usada uma ficha de levantamento da propriedade rural visando uma descrição, tão objetiva quanto possível, da realidade dos agricultores. Este questionário reúne cerca de 250 variáveis, sendo descritores de localização e situação das propriedades (12 variáveis), descritores socioeconômicos (83), descritores agrônômicos (30 variáveis para cada cultura e 14 para a pecuária).

Para avaliar a evolução do desempenho de alguns desses produtores familiares, com base em medidas de produtividade, fez-se uso neste artigo de uma abordagem multicritério ordinal (método de Copeland), ao contrário dos usais índices de produtividade total dos fatores, modelos econométrico ou de fronteiras de produção.

### 3. MÉTODOS MULTICRITÉRIO ORDINAIS

O Apoio Multicritério à Decisão consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar a tomada de decisões, quando da presença de uma multiplicidade de critérios. Este processo pode ser decomposto em uma seqüência de etapas (Gomes et al., 2004): 1) Identificar os decisores e seus objetivos; 2) Definir as alternativas; 3) Definir os critérios relevantes para o problema de decisão; 4) Avaliar alternativas em relação aos critérios; 5) Determinar importância relativa dos critérios; 6) Realizar a avaliação global de cada alternativa; 7) Conduzir a análise de sensibilidade; 8) Propor recomendações; 9) Implementar as ações.

As etapas 1, 2 e 3 constituem a Fase de Estruturação, que trata da formulação do problema e busca identificar, caracterizar e organizar os fatores considerados relevantes no processo de apoio à decisão. É uma fase interativa e dinâmica, pois fornece uma linguagem comum aos decisores, o que possibilita a aprendizagem e o debate. As etapas 4, 5, 6 e 7 compõem a Fase de Avaliação, que tem como objetivo a aplicação de métodos de análise multicritério para apoiar a modelagem das preferências e a sua agregação. A terceira fase, composta das etapas 8 e 9, é a Fase de Recomendação dos cursos de ação a serem seguidos.

Deve-se ainda atentar que uma família de critérios, ou seja, o conjunto de critérios usados em uma determinada situação de decisão, deve satisfazer três condições (“axiomas de Roy”) para que seja uma família coerente de critérios (Roy e Bouyssou, 1993). Esses axiomas, descritos em linguagem não matemática, são: Exaustividade (impõe a necessidade de descrever o problema levando em conta todos os aspectos relevantes); Coesão (obriga à correta análise de quais são os critérios de maximização e quais os de minimização); Não Redundância (obriga a excluir critérios que avaliem características já consideradas por outro critério).

A forma de explicitar as estruturas de preferência do decisor varia de acordo com o método de análise multicritério escolhido. Os chamados métodos ordinais são considerados bastante intuitivos e pouco exigentes tanto em termos computacionais quanto em relação às informações necessárias por parte do decisor. Dele não são necessárias mais do que as pré-ordens relativas a cada critério (Barba-Romero e Pomerol, 1997). Para o uso dos métodos ordinais, o decisor deve ordenar as alternativas de acordo com as suas preferências ou, eventualmente, usar uma ordenação natural como, por exemplo, renda obtida.

Para a escolha de qual método ordinal é importante conhecer as suas características. Arrow (1951) descreveu um conjunto de características que um método “perfeito” deveria ter, tendo demonstrado, em seguida, a impossibilidade da existência de tal método. Assim, deve-se escolher o método que mais se adapte à situação analisada.

Na literatura são encontradas referências a três métodos multicritério ordinais, a saber, métodos de Borda, Condorcet e Copeland. A seguir destacam-se as particularidades de cada método. Neste artigo foi usado o método de Copeland para avaliar o “desempenho produtivo” dos agricultores, conforme justificado em sua caracterização.

O método de Borda, que na essência é uma soma de postos, tem a grande vantagem da simplicidade e, por isso, algumas de suas variantes são usadas em competições desportivas (Soares de Mello et al., 2005b). No entanto, apesar de sua simplicidade e amplo uso de suas variações, o método de Borda não respeita um dos mais importantes axiomas de Arrow, o da independência em relação às alternativas irrelevantes. Ou seja, a posição final de duas alternativas não é independente em relação às suas classificações em relação a alternativas irrelevantes. Tal fato pode gerar distorções, com destaque para a extrema dependência dos resultados em referência ao conjunto de avaliação escolhido e a possibilidade de manipulações pouco honestas.

Já o método de Condorcet, considerado precursor da atual escola francesa de multicritério, trabalha com relações de superação. As alternativas são comparadas sempre duas a duas e constrói-se um grafo (Boaventura Neto, 2003) que expressa a relação entre elas. Este método, menos simples, tem a vantagem de impedir distorções ao fazer com que a posição relativa de duas alternativas independa de suas posições relativas a qualquer outra. No entanto, pode conduzir ao chamado paradoxo de Condorcet, ou situação de intransitividade. Isso acontece quando a alternativa A supera a alternativa B, que supera a C, que por sua vez supera a alternativa A. Esta situação, embora possa ser aproveitada em certos problemas (Soares de Mello et al., 2005a), impossibilita gerar uma ordenação das alternativas. Quando os ciclos de intransitividade não aparecem, o método de Condorcet deve ser preferido ao de Borda (Soares de Mello et al., 2004).

O método de Copeland é derivado do método de Condorcet e consiste em calcular a soma das vitórias menos as derrotas em uma votação por maioria simples. As alternativas são então ordenadas pelo resultado dessa soma. O método de Copeland alia a vantagem de fornecer uma ordenação total ao fato de dar o mesmo resultado de Condorcet, quando este não apresenta nenhum ciclo de intransitividade. Quando esses ciclos existem, o método de Copeland permite fazer a ordenação e mantém a classificação das alternativas que não pertencem a nenhum ciclo de intransitividade. Apesar de computacionalmente mais exigente que Borda, quando há necessidade de estabelece uma relação de pré-ordem, ou ordem *latus sensu*, este método fornece sempre uma resposta (ao contrário de Condorcet) e, apesar de não eliminar, reduz bastante a influência de alternativas irrelevantes.

O método de Copeland pode ser considerado um compromisso entre as filosofias opostas de Borda e Condorcet, reunindo, dentro do possível, as vantagens dos dois e, por isso, foi a abordagem escolhida neste artigo.

#### 4. MODELAGEM

Para estruturar um problema multicritério devem ser definidos as alternativas a avaliar, os critérios de decisão, além do método adequado ao estudo. Para o estudo da evolução, foram selecionados dados dos anos de 1996, 1999 e 2002.

As alternativas do modelo multicritério foram os lotes pesquisados em Miranda (2005). Entretanto, foram escolhidos apenas os lotes em que houve produção de arroz, milho e café (culturas de maior destaque na região) nos três anos (para que não fosse prejudicado na avaliação aquele produtor que não produziu determinada cultura em certo ano), e nos quais não houve mudança de proprietário (para minimizar efeitos de aumento ou redução de “desempenho produtivo” pela introdução de uma “racionalidade agrícola” diferente). Dos 306 lotes que produziram arroz, milho ou café em 1996, 313 em 1999 e 190 em 2002, apenas 9 produziram as três culturas em todos esses anos. Desses, 1 lote mudou de proprietário e, assim, o modelo multicritério foi estruturado com 8 alternativas, aqui nomeadas de A a H.

O lote do agricultor A tem 37 ha de área total, sem vestígios de mata natural. Esse agricultor mineiro está em Machadinho desde 1987 e não tem instrução. Participa de sindicato, recebe assistência técnica da Emater (Empresa de Assistência Técnica Extensão Rural) e usa o Núcleo Urbano de Assistência Rural (NUAR). Possui o título definitivo da terra e não pensa em sair do lote. Das 6 pessoas da família, 5 são ativos agrícolas, com dedicação exclusiva à propriedade.

O produtor B é oriundo do Espírito Santo e chegou a Machadinho em 1982. Tem o primeiro grau completo. Sua família é composta de 6 pessoas, sendo dois ativos agrícolas. Usa o NUAR; não pensa em abandonar o lote, que tem área total de 46 ha; não tem empregados permanentes ou temporários, nem renda extra-agrícola. Indicou saúde, educação e energia elétrica como necessidades, e estradas e mão-de-obra como problemas.

O agricultor paranaense C tem 1º grau completo e está em Machadinho desde 1984. Foi o primeiro proprietário do lote (e possui o título definitivo da terra), que tem área total de 38 ha. Trabalham nesse lote 5 ativos da família, que tem 6 membros. Contrata empregados temporários e tem atividade extra-agrícola. Saúde e mão-de-obra foram os problemas indicados.

O lote do proprietário D, oriundo da Bahia e em Machadinho a partir de 1974, tem 36 ha de área total. Esse agricultor, que foi o primeiro proprietário do lote e não tem instrução, tem título definitivo da terra, não pensa em sair do lote e recebe assistência técnica da Emater. Destacou como necessidades saúde e educação; como problemas dificuldades para comercialização e falta de equipamentos. Das 5 pessoas da família, 3 trabalham no lote com dedicação exclusiva.

O produtor mato-grossense E, que chegou a Machadinho d'Oeste em 1982, tem nível de instrução até o 1º grau completo e foi o primeiro proprietário do lote, com 52,5 ha de área total. A família é composta por 6 membros, dos quais 4 são ativos agrícolas, que conta ainda com empregados temporários. Apontou financiamento e recursos humanos como necessidades, e a falta de documentação da posse da terra como problema. Usa o NUAR e não pensa em deixar o lote.

O lote do agricultor F tem 38,4 ha de área total. Esse produtor, proveniente do Paraná, está em Machadinho desde 1983 e foi o 1º proprietário do lote. Participa de sindicato e de associação, e tem nível de instrução até 1º grau. Indicou educação, saúde, estradas e energia elétrica como problemas. Todos os 4 membros da família são ativos agrícolas e

têm alguma atividade urbana fora do lote. Contrata empregados temporários.

O agricultor mineiro G, em Machadinho desde 1975, participa de sindicato e de associação. É proprietário do lote e tem nível de instrução até o 1º grau. O lote tem 45,6 ha de área total. Este produtor não pensa em deixar o lote. A família é composta por 6 membros, dos quais 2 dedicam-se exclusivamente à propriedade.

O produtor H possui um lote com 42,2 ha de área total, do qual foi o 1º proprietário. É proveniente do estado do Espírito Santo e chegou em Machadinho em 1982. Participa de sindicato e de associação; não tem instrução. Apontou estradas e energia elétrica como necessidades, e dificuldades para comercialização como problema. Dos 7 membros da família, 3 são ativos agrícolas com dedicação total à propriedade.

Os critérios de avaliação, conforme já mencionado, são as produtividades da terra e do trabalho. De modo a obter resultados mais significativos, ao invés de usar as variáveis totais para cada lote, foram selecionadas apenas as culturas mais significativas na região. De acordo com pesquisadores que atuam há 20 anos na região, a única cultura perene de alguma expressão (tanto pelo número de propriedades, quanto pela duração dos cultivos e existência de dados) é o café; as demais não são passíveis de análise, já que são culturas que demoram a entrar em produção, as estimativas de colheita são irregulares etc. Para as culturas anuais, as de maior importância são arroz e milho, pois de modo geral, as culturas anuais alteram-se bastante em Machadinho, seja pela oscilação dos preços, do clima ou pela opção de serem plantadas intercaladas entre as culturas perenes.

Este arranjo representa, segundo Mangabeira et al. (2005), o que a maioria dos lotes produzem em Machadinho d'Oeste: uma cultura de renda, que é o café, e uma ou duas culturas alimentares para autoconsumo e eventual venda de excedentes (para os cerealistas locais). A produção simultânea de diversas culturas mostra-se como uma dificuldade da produção local, em especial pela limitação da mão-de-obra.

A produtividade da terra foi medida por variáveis físicas e não econômicas, ou seja, pela razão entre produção (kg) e área plantada (ha). A produtividade do trabalho foi calculada pela razão entre área plantada (ha) e total de dias homem empregado (em Machadinho d'Oeste 1 ativo agrícola trabalha, em média, 300 dias no ano).

Em relação à produtividade do trabalho, segundo os dados da Emater local, o uso de mão-de-obra por cultura apresenta as distribuições apresentadas na Tabela 1. Essas relações foram usadas no cálculo da produtividade do trabalho [área plantada da cultura  $x$  / (ativos \* 300 \* % da cultura  $x$ )], onde foram considerados como ativos pessoas da família entre 15 e 65 anos que trabalham na propriedade, empregados temporários e permanentes.

Assim, foram considerados para cada ano seis critérios: produtividade da terra para arroz, produtividade da terra para milho, produtividade da terra para café, produtividade do trabalho para arroz, produtividade do trabalho para milho, produtividade do trabalho para café.

Ainda na etapa de estruturação, deve-se escolher o método de análise. Aqui, foi escolhido um método multicritério ordinal, método de Copeland.

Tabela 1: Uso de mão de obra (dias homem/ha) por cultura.

	Arroz	Milho	Café *
Total	19	15	67
Plantio	3	3	-
Capina	6	6	45
Desbrota	-	-	6

	Manejo/controle fitossanitário	1	3	6
	Colheita e/ou beneficiamento	9 **	3 ***	10

\* em produção a partir do 3º ano

\*\* 6 dias homem/ha para corte e 3 para beneficiamento, em área desmatada e preparada para o plantio

\*\*\* colheita

## 5. RESULTADOS

Após a estruturação do problema, procede-se à fase de avaliação, com o objetivo de aplicar os métodos de análise multicritério e obter resultados que sejam úteis, aqui, à avaliação da evolução do “desempenho produtivo” de produtores agrícolas familiares.

A Tabela 2 mostra as posições de cada alternativa em cada ano, ao considerar os seis critérios estabelecidos, segundo o método multicritério ordinal de Copeland. Nesta tabela, quanto menor o número, melhor o desempenho (1 = 1ª colocação etc.), e “global” refere-se à avaliação que considera conjuntamente os três anos.

Tabela 2: Posições relativas de cada produtor rural, segundo o método de Copeland.

Produtor	1996	1999	2002	global
A	4	1	7	3-4
B	2-3	3	3	1-2
C	5	2	6	3-4
D	7	5-6	5	6
E	1	7-8	8	8
F	2-3	4	2	1-2
G	6	5-6	4	5
H	8	7-8	1	7

Note-se que, em alguns casos, houve empates, que são de dois tipos. Um, é o empate em um único critério. Nesse caso admite-se que a alternativa A supera a B e vice versa. Como quando da execução do algoritmo do método, coloca-se a unidade tanto na linha quanto na coluna da matriz de comparação de desempenhos construída, o resultado líquido é nulo. Por outro lado, acontece de algumas alternativas terem o mesmo resultado final (casos apresentados na Tabela 2). Nessa situação, elas têm a mesma avaliação e não há desempate possível ao usar estritamente o método de Copeland. É defensável que, caso sejam apenas duas, o desempate seja feito pela comparação direta entre elas. Essa abordagem seria uma mistura dos métodos de Copeland e de Condorcet, e não foi adotada neste trabalho.

A Figura 2 ilustra a evolução do “desempenho produtivo” desse grupo de agricultores. Observa-se que os produtores com melhor colocação final foram B e F. O primeiro apresentou desempenho quase constante ao longo dos anos, o que fez com que resultasse no melhor desempenho global. O produtor F teve evolução intermediária e desempenho global elevado.

As práticas agrícolas executadas por esses produtores podem servir de base para os demais, ou seja, podem servir de referência para que órgãos de assistência técnica e de pesquisa possam ajudar na identificação e na solução de problemas pontuais.

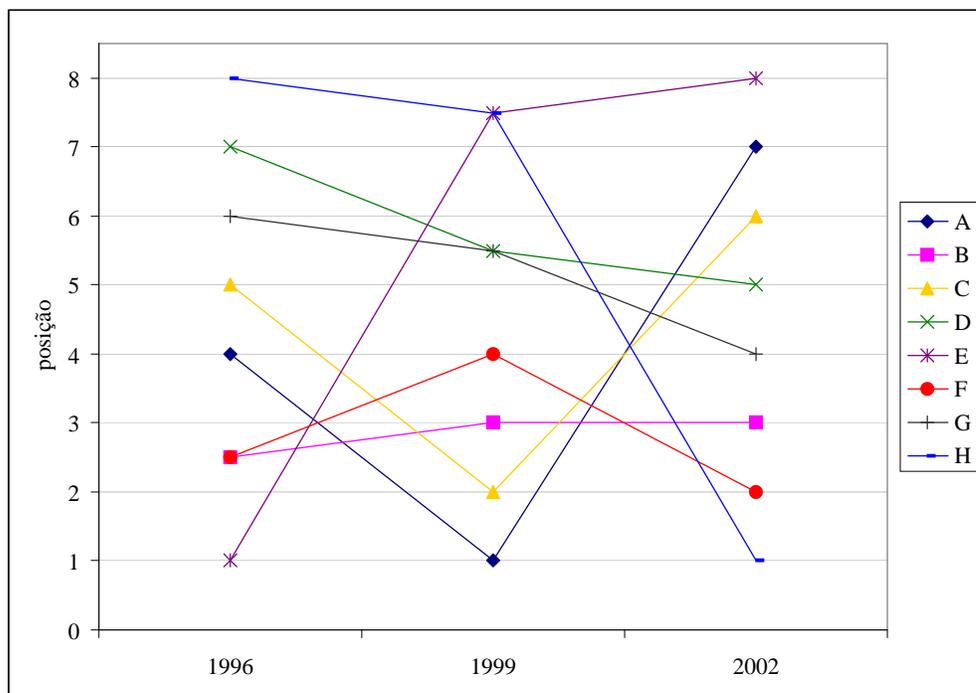


Figura 2: Evolução do “desempenho produtivo” da amostra de agricultores avaliada.

## 6. CONCLUSÕES

Este artigo traz uma abordagem alternativa à existente na literatura para avaliar o desempenho de produtores agrícolas com base em medidas de produtividade.

Foram usadas a produtividade da terra e do trabalho para cada uma das três culturas de maior destaque em Machadinho d’Oeste (RO), para três períodos de tempo. Na análise de evolução do desempenho dos agricultores, foi usado o método multicritério ordinal de Copeland, em oposição ao usualmente feito, com emprego de métodos tipo TFP, DEA, entre outros.

Em relação aos agricultores estudados observou-se que:

- O produtor B teve desempenho bom e praticamente constante ao longo dos três anos estudados, e pode ser considerado como aquele produtor “padrão”, cuja evolução fez com que apresentasse o melhor desempenho global. Similarmente, o produtor F teve uma evolução intermediária, com desempenho global elevado.
- Os produtores A e C apresentaram comportamentos semelhantes, com avaliação global intermediária, desempenho crescente entre 1996 e 1999 e decrescente entre 1999 e 2002. Já o produtor E, que teve a melhor avaliação do grupo em 1996, teve as piores em 1999 e 2002. Os motivos para esta queda de produtividade devem ser investigados, já que estes produtores mostraram-se capazes de apresentar bom desempenho em algum momento de seus ciclos de produção.
- Os produtores D, G e H apresentaram comportamento ascendente em seus desempenhos, apesar de estarem sempre em posições baixas. Estes são produtores que, com o auxílio de assistência técnica, podem elevar o seu desempenho. Especial destaque deve ser dado ao produtor H, que teve o melhor desempenho do grupo em 2002.

Ao identificar os melhores e piores desempenhos em cada período e de modo global, a abordagem aqui proposta permite comparar a evolução do desempenho dos produtores e identificar em que momento o desempenho de um certo agricultor foi superior ou inferior ao dos demais. A localização de “excelências” pode auxiliar a atuação de órgãos de assistência técnica e de pesquisa, por exemplo, pela orientação individual com base na prática dos demais produtores.

## 7. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, por meio do Edital CNPq 19/2004 – Universal, processo n.º 472838/2004-0. À Embrapa Monitoramento por Satélite, pelo uso dos dados.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. Medidas de produtividade: dilemas da agricultura familiar. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 1, n. 3, p. 421-439, 2003.
- ARROW, K.J. **Social choice and individual values**. New York: John Wiley & Sons, 1951.
- ÁVILA, A.F.D.; EVENSON, R. Total factor productivity and technological capital. In: Evenson, R.E.; Prabhu, P. (Org.). **Handbook of Agricultural Economics: Agricultural Development: Farmers, Farm Production and Farm Markets**. Roma, 2004.
- BALL, V.E.; BUREAU, J.C.; NEHRING, R.; SOMWARU, A. Agricultural productivity revisited. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 79, n. 4, p. 1045-1063, 1997.
- BARBA-ROMERO, S.; POMEROL, J.C. **Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos e utilización práctica**. Colección de Economía. Alcalá: Universidad de Alcalá, 1997. 420p.
- BAYARSAIHAN, T.; COELLI, T.J. Productivity growth in pre-1990 Mongolian agriculture: spiralling disaster or emerging success? **Agricultural Economics**, v. 28, n. 2, p. 121-137, 2003.
- BOAVENTURA NETO, P.O. **Grafos: teoria, modelos, algoritmos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 3ª ed., 2003. 328 p.
- BUREAU, J.C.; FÄRE, R.; GROSSKOPF, S. A comparison of three nonparametric measures of productivity growth in European and United-States agriculture. **Journal of Agricultural Economics**, v. 46, n. 3, p. 309-326, 1995.
- CHRISTENSEN, L.R. Concepts and measurement of agricultural productivity. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 57, n. 5, p. 910-915, 1975.
- COELLI, T.J. Measurement of total factor productivity growth and biases in technological change in Western Australian agriculture. **Journal of Applied Econometrics**, v. 11, n. 1, p. 77-91, 1996.
- COELLI, T.J.; RAO, D.S.P. Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. **Working Paper Series**, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, n. 02/2003, 2003. 31 p.
- COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. **Handbook on data envelopment analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004. 608p.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American Economic Review**, v. 84, n. 1, p. 66-83, 1994.

- GASQUES, J.G.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. **Crescimento e produtividade da agricultura brasileira**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997. 21 p. (Texto para Discussão, 502).
- GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACCHI, M.P.R.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. Condicionantes da produtividade da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, ano 13, n. 3, p. 763-790, 2004.
- GOMES, E.G.; MANGABEIRA, J.A.C. Uso de análise de envoltória de dados em agricultura: o caso de Holambra. **Engevista**, v. 6, n. 1, p. 19-27, 2004.
- GOMES, E.G.; MANGABEIRA, J.A.C.; SOARES DE MELLO; J.C.C.B. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 4, p. 607-631, 2005.
- GOMES, L.F.A.M.; GONZALEZ-ARAYA, M.C.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**. Rio de Janeiro: Pioneira Thompson Learning. 2004. 168p.
- HELFAND, S.M.; LEVINE, E.S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. **Agricultural Economics**, v. 31, n. 2-3, p. 241-249, 2004.
- HOFFMANN, R.; JAMAS, A.L. A produtividade da terra e do trabalho na agricultura de 332 microrregiões do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 28., 1990, Florianópolis. **Anais...**, 1990.
- LISSITSA, A.; ODENING, M. Efficiency and total factor productivity in Ukrainian agriculture in transition. **Agricultural Economics**, v. 32, n. 3, p. 311-325, 2005.
- LOVELL, C.A.K. Production frontiers and productive efficiency. In: Fried, A.H.; Lovell, C.A.K.; Schmidt, S.S. (eds.) **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. New York: Oxford University Press, 1993. p. 3-67.
- MANGABEIRA, J.A.C.; MIRANDA, E.E.; GOMES, E.G. **Perfil agrossocioeconômico dos produtores rurais de Machadinho d'Oeste (RO), em 2002**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. 114 p., il. (Documentos, 38).
- MIRANDA, E.E. (org.) **Sustentabilidade Agrícola na Amazônia: 20 anos de monitoramento da agricultura em Machadinho d'Oeste-RO**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. 1 CD-Rom.
- MIRANDA, E.E.; MANGABEIRA, J.A.C.; BATISTELLA, M.; DORADO, A.J. **Diagnóstico agroecológico e socioeconômico dos produtos rurais de Machadinho d'Oeste (RO), em 1999**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. 88 p. (Documentos, 18).
- 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.
- PEREIRA, M.F.; SILVEIRA, J.S.T.; LANZER, E.A.; SAMOBYL, R.W. Productivity growth and technological progress in the Brazilian agricultural sector. **Pesquisa Operacional**, v. 22, n. 2, p. 133-146, 2002.
- PEROBELLI, F.S.; ALMEIDA, E.S.; ALVIM, M.I.S.A. Análise espacial da produtividade do setor agrícola brasileiro: 1991-2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...**, 2005.
- ROY, B.; BOUYSSOU, D. **Aide multicritère à la décision: méthodes et cas**. Paris: Ed. Economica, 1993. 696 p.
- SANTOS, M.J.; GUERREIRO, E. Produtividade do trabalho e da terra na agropecuária paraense. **Publicatio UEPG**, v. 13, n. 2, p. 59-78, 2005.



- SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G.; GOMES, L.F.A.M.; BIONDI NETO, L.; ANGULO MEZA, L. Avaliação do tamanho de aeroportos portugueses com relações multicritério de superação. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 3, p. 313-330, 2005a.
- SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, L.F.A.M.; GOMES, E.G.; SOARES DE MELLO, M.H.C. Use of ordinal multi-criteria methods in the analysis of the Formula 1 World Championship. **Cadernos EBAP.BR**, v. 3, n. 2, 2005b.
- SOARES DE MELLO, M.H.C.; QUINTELLA, H.L.M.M.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Avaliação do desempenho de alunos considerando classificações obtidas e opiniões dos docentes. **Investigação Operacional**, v. 24, n. 2, p. 187-196, 2004.
- SUDIT, F.E. Productivity measurement in industrial operations. **European Journal of Operational Research**, v. 85, p. 435-453, 1995.
- TORESAN, L. **Sustentabilidade e desempenho produtivo na agricultura**: uma abordagem multidimensional aplicada a empresas agrícolas. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- TUPY, O.; YAMAGUCHI, L.C.T. Identificando benchmarks na produção de leite. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 40, n. 1, p. 81-96, 2002.
- VICENTE, J.R. Comparações de produtividade agrícola entre as unidades da federação, 1970-95. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais...**, 2005.