

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE AGRICULTORES FAMILIARES COM O MÉTODO MULTICRITÉRIO DE COPELAND

Eliane Gonçalves Gomes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)
eliane.gomes@embrapa.br

João Carlos Correia Baptista Soares de Mello

Universidade Federal Fluminense – D. Eng. Produção
jcsmello@pesquisador.cnpq.br

João Alfredo de Carvalho Mangabeira

Embrapa Monitoramento por Satélite
manga@cnpm.embrapa.br

Artigo submetido em 13-01-2009 e aceito em 20-03-2009 após uma revisão.

Resumo

Neste artigo foi avaliado o desempenho de 33 produtores rurais familiares do município de Machadinho d'Oeste (estado de Rondônia, Brasil). Foram considerados 10 critérios, agrupados em aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais. A avaliação foi feita com o emprego do método multicritério ordinal de Copeland. 13 dos 33 produtores rurais tiveram bom desempenho, dois apresentaram desempenho mediano e 18 tiveram desempenho inferior segundo estes pontos de vista.

Palavras-chave: Desempenho; Método multicritério ordinal de Copeland; Produtores rurais familiares.

Abstract

In this paper we evaluated the performance of 33 family farmers, who lived in Machadinho d'Oeste (state of Rondônia, Brazil). We took into account 10 criteria grouped into agronomic, economic and environmental aspects. The evaluation was conducted using the Copeland ordinal multicriteria method. 13 of the 33 farmers could be considered good performers; 2 of them were neither good nor bad; the last 18 had a bad performance in these points of view.

Key words: Performance; Copeland ordinal multicriteria method; Family farmers.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho de unidades de produção agrícola é conduzida, em geral, por análises da produtividade. Entretanto, indicadores de desempenho mais genéricos, que incluam fatores além daqueles relacionados ao trabalho e ao uso da terra, têm sido propostos na literatura, em especial com uso de modelos de análise estatística multivariada e de análise envoltória de dados.

Este artigo tem como objetivo o uso do método multicritério ordinal de Copeland para fazer a avaliação conjunta de critérios agrônômicos, econômicos e ambientais. Essa foi a abordagem escolhida porque não era desejado impor uma determinada função de produção para os dados, e 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 agricultor. O objetivo é ordenar os agricultores segundo seus desempenhos nestas categorias de critérios e compará-los entre si, sem recorrer a índices. O uso de métodos ordinais na avaliação agricultores via medidas de produtividade pode ser visto, por exemplo, em Gomes et al. (2007).

O estudo centrou-se em cada agricultor, com suas características individualizadas. A avaliação de desempenho foi para um grupo de agricultores familiares de Machadinho d'Oeste, município de Rondônia, Amazônia brasileira, que surgiu como projeto de assentamento rural na

década de 1980. Acredita-se que este tipo de abordagem pode contribuir para a avaliação de projetos de assentamento rural, 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

Machadinho d'Oeste é um município do estado de Rondônia, Amazônia brasileira, localizado entre as coordenadas geográficas 61°47' e 63°00' de longitude WGr e 9°19' e 10°00' de latitude S, distanciado a cerca de 400 km da capital Porto Velho (Figura 1).

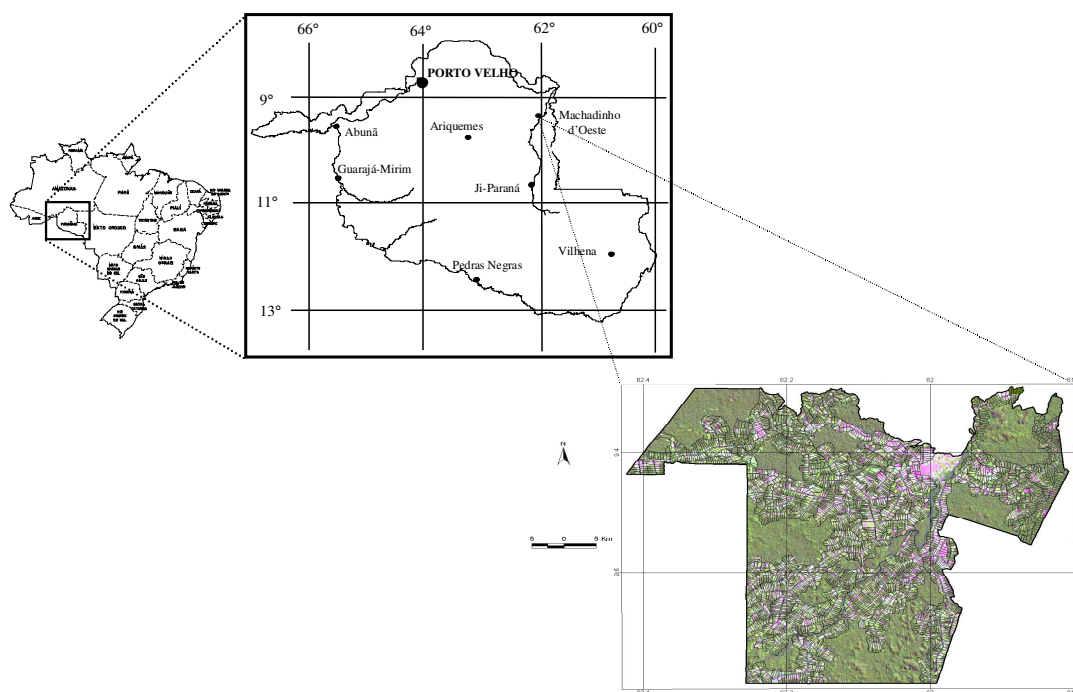


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo (Miranda *et al.*, 1997).

Antes de ser elevado à condição de município em 1988, Machadinho d'Oeste surgiu como um projeto de assentamento rural. Ao ser instituído como município, seus limites foram ampliados e novas áreas foram incorporadas (quatro outros projetos de colonização e oito centros urbanos), em um total de 8.556 km². Estudos que contemplam diferentes aspectos desta região podem ser vistos, por exemplo, em Moran (1984), Sydenstricker e Torres (1991), Castilla *et al.* (1993), Dale *et al.* (1994), Charlwood *et al.* (1996), Souza-Santos (2002).

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

A partir da implementação do assentamento no início dos anos de 1980, a paisagem original tem sido transformada pelos colonos, em um mosaico composto por remanescentes florestais, vegetação secundária, pastagens, culturas agrícolas e pequenas áreas urbanizadas. Em Batistella (2001) e Batistella *et al.* (2000, 2003) encontram-se estudos sobre as mudanças da paisagem e do uso e cobertura das terras em Machadinho d'Oeste.

Em 1986 foi definido um projeto de pesquisa para acompanhar os sistemas de produção agrícola praticados por pequenos agricultores desta região (Miranda, 2005). Pesquisas de

campo são feitas a cada três anos, com aplicação de questionários, com cerca de 250 variáveis agrônômicas, sociais, econômicas 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 (GIS).

No primeiro ano da pesquisa, 1986, 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 GIS. Os resultados do primeiro levantamento de dados *in loco* permitiram definir um perfil inicial dos agricultores recém chegados e de sua agricultura.

Em 1989, um novo levantamento permitiu elaborar e espacializar em GIS 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.

Em um novo levantamento de campo em 1999 foram entrevistados 438 agricultores, cujos sistemas de produção foram novamente 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.

Em setembro e outubro de 2002, um novo levantamento foi conduzido junto às propriedades rurais estudadas em anos anteriores, com a 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). Nessas duas décadas de pesquisa, notaram-se mudanças na região, seja em relação às características socioeconômicas, seja em relação ao uso da terra. Os trabalhos de Gomes *et al.* (2009a, 2009b) e Gomes *et al.* (2008) mostram alguns aspectos específicos dessa evolução, com uso de modelos de Pesquisa Operacional.

A escolha do município de Machadinho d'Oeste deve-se ao fato de esta ser uma área de colonização agrícola na Amazônia. Pesquisadores da Embrapa Monitoramento por Satélite, um dos centros de pesquisa 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 nessa região (Miranda, 2005). 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.

3. METODOLOGIA

O Apoio Multicritério à Decisão consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar a tomada de decisão, quando da presença de uma multiplicidade de critérios (Roy e Bouyssou, 1993). 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.

Na literatura os três métodos multicritério ordinais mais referenciados são: métodos de Borda, Condorcet e Copeland. Podem aparecer variantes mais elaboradas dos métodos básicos. Estes métodos 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.

A grande vantagem da facilidade de uso e compreensão destes métodos é realçada por Laukkanen et al. (2004) e Kangas et al. (2006), que os aplicaram a problemas de gestão florestal. Destacam-se brevemente, a seguir, as particularidades de cada método. Maiores detalhes podem ser vistos em Barba-Romero e Pomerol (1997).

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 (Kladroba, 2000; Soares de Mello et al., 2005b). Para o uso do método de Borda o decisor deve ordenar as alternativas de acordo com as suas preferências. A alternativa mais preferida recebe um ponto, a segunda dois pontos e assim sucessivamente. Os pontos atribuídos pelos decisores a cada alternativa são somados e a alternativa que tiver obtido a menor pontuação é a escolhida (Dias et al., 1996). Todas as alternativas são ordenadas por ordem decrescente de pontuação (o que garante o respeito ao axioma da totalidade). 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 (Arrow e Raynaud, 1986): 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. Através da representação da relação de preferência por um grafo, a determinação de alternativas dominantes e dominadas (quando existem) fica bastante facilitada. Quanto existe uma e só uma alternativa dominante, ela é a escolhida. 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 ('Tripleta de Condorcet'). 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 usa a mesma matriz de adjacência que representa o grafo do método de Condorcet. A partir dela calcula-se 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 sempre fornecer uma ordenação total (ao contrário do método de Condorcet) 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 ordenação das alternativas que não pertencem a nenhum ciclo de intransitividade. Apesar de computacionalmente mais exigente que Borda, quando há necessidade de estabelecer uma relação de pré-ordem, ou ordem *latus sensu*, este método fornece sempre uma resposta (ao contrário do método de Condorcet) e, apesar de não eliminar, reduz bastante a influência de alternativas irrelevantes (Gomes Junior et al., 2008).

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.

Em seguida exemplifica-se a aplicação do método de Copeland. Sejam três decisores, D1, D2 e D3, que ordenam cinco alternativas (a, b, c, d, e), como mostrado na Tabela 1.

Pela observação da Tabela 1 constata-se que a alternativa 'a' é preferida em relação à alternativa 'b' por um decisor, e preterida por dois outros. Assim, ao construir a matriz de Condorcet, o elemento (a,b) terá o valor 0 e o (b,a) o valor 1. De forma análoga constrói-se o restante da matriz. A totalidade das comparações é mostrada na Figura 2 e a matriz de Condorcet na Figura 3.

Tabela 1. Exemplo da aplicação do método de Condorcet.

D1	D2	D3
a	b	b
d	a	a
e	e	c
c	c	d
b	d	e

A	1	X	b	2
A	3	X	c	0
A	3	X	d	0
A	3	X	e	0
B	2	X	c	1
B	2	X	d	1
B	2	X	e	1
C	2	X	d	1
C	1	X	e	2
D	2	X	e	1

Figura 2. Comparações par a par das alternativas.

	A	B	c	d	e
a	-	0	1	1	1
b	1	-	1	1	1
c	0	0	-	1	0
d	0	0	0	-	1
e	0	0	1	0	-

Figura 3. Matriz de Condorcet.

Para obter a pontuação de Copeland para cada alternativa, somam-se os valores da linha correspondente a essa alternativa (“vitórias”) e subtraem-se os valores da coluna (“derrotas”). Por exemplo, para a alternativa ‘a’ somam-se os valores da primeira linha (= 3) e diminuem-se os da primeira coluna (= 1), obtendo-se o resultado 2. Para este exemplo, a ordenação das alternativas é: b (= 4); a (= 2); c, d, e (= -2).

4. MODELAGEM

Para estruturar um problema multicritério devem-se definir as alternativas a avaliar, os critérios de decisão, além do método adequado ao estudo (Gomes et al., 2001). Pelas razões já mencionadas foi escolhido o método multicritério ordinal de Copeland.

As alternativas do modelo multicritério foram os lotes pesquisados em Miranda et al., (1995), ou seja, agricultores entrevistados na pesquisa de campo em Machadinho d’Oeste em 1993. Dos 36 entrevistados naquela ocasião, foram descartados três, cujas informações em determinados critérios eram inconsistentes.

Os critérios aqui usados foram selecionados dentre as variáveis investigadas na pesquisa de campo. A escolha foi feita por um pesquisador que atua na região desde a década de 1980. De um total de 23 variáveis, foram construídos dez critérios, calculados para cada lote, agrupados em três categorias:

- Critérios agrônômicos: percentual de uso da terra; índice de produção das culturas anuais; índice de produção das culturas perenes; n.º de bovinos.
- Critérios econômicos: custos; receita bruta; produtividade do trabalho.
- Critérios ambientais: percentual de área com mata; percentual de área queimada; área de capoeira.

Percentual de uso da terra refere-se à razão entre a área cultivada mais a área de pastagens e a área total do lote. De forma análoga, o percentual de área com mata (e de área queimada) é dada pela razão entre a área com mata nativa (e a área queimada) e a área total do lote. O índice de produção de culturas anuais (arroz, milho e feijão) foi calculado pela

expressão $\left[\frac{(P_{xy} * A_{xy})}{\left(\bar{P}_x * \sum_x A_{xy} \right)} \right]$, na qual P_{xy} é a produtividade da cultura x no lote y ; A_{xy}

é a área cultivada da cultura x no lote y ; \bar{P}_x é a produtividade média da cultura x , considerando os 33 lotes. O índice de produção de culturas perenes (café e cacau) foi calculado de forma análoga ao anterior. A produtividade do trabalho refere-se à razão entre a área cultivada e o número de pessoas ativas na produção agrícola.

5. RESULTADOS

O método de Copeland foi aplicado de forma hierárquica. Primeiramente foi rodado um algoritmo do método de Copeland para cada uma das categorias de critérios. Em seguida, com os *ranks* de cada alternativa em cada categoria, foi calculado o resultado final. Podem-se verificar quais agricultores apresentaram os melhores e os piores desempenhos em cada categoria e de forma global. A forma como foi usado o método indica que, caso houvesse disponibilidade de informações cardinais, seria conveniente o uso do método AHP (Saaty, 2000).

Na Tabela 2 estão os *ranks* nos critérios parciais e na avaliação global. Como ilustração, a Figura 4 apresenta a matriz de comparações pareadas para o critério agrônômico.

13 dos 33 produtores tiveram bom desempenho global. Dois tiveram desempenho inferior. Os últimos 18 tiveram desempenho ruim. Houve empates na ordenação global e na ordenação em categorias. Na ordenação global houve o empate de três agricultores na 1ª colocação, A4, A14 e A16. As últimas colocações foram as dos agricultores A23 e A26.

Os produtores A14 e A16 foram os primeiros colocados (empatados) na avaliação dos critérios agrônômicos, e o produtor A4 teve avaliação negativa neste critério (número de vezes em que foi pior foi maior que o número em que foi melhor).

No ponto de vista ambiental, as alternativas A4 e A14 ficaram nas posições 5 e 12, respectivamente. Já o produtor A16 foi o último colocado nesta categoria. Em relação aos critérios econômicos, tiveram desempenhos positivos: colocações 3, 8 e 2, respectivamente para A4, A14 e A16. Estes resultados indicam que, apesar de terem sido globalmente os melhores, ainda há questões a melhorar, como o caso dos critérios agrônômicos para o produtor A4 e, especialmente, ambientais para o produtor A16.

O agricultor A4 dedicava 19% da área total de seu lote à agricultura, 3% à pecuária, 77% à mata nativa e o restante era área de capoeira. Cultivava arroz, milho e café, e criava galinhas, suínos e patos. Queimava mata e pasto e desmatava. Tinha alta produtividade da terra e do trabalho. A lavoura foi formada pelos proprietários anteriores e os atuais ocupantes tentavam manter e melhorar o lote.

O produtor A14 ocupava a área de seu lote com agricultura (75%, arroz, feijão, milho, mandioca e café), pecuária (12% de pasto ainda sem gado, mas com criação de galinhas) e com mata nativa. Não praticava queima, nem desmatamento. Tinha altíssima produtividade da terra (principalmente para a cultura do café) e boa produtividade do trabalho. Predominava a cultura do café, mas pretendia dedicar-se à pecuária. Apresentava bom manejo dos recursos naturais e financeiros.

O agricultor A16 tinha metade de sua área ocupada com agricultura (arroz, feijão, milho, café) e metade com pasto (criação de galinhas, patos, suínos, bovinos). Queimava pastagens e culturas anuais e não desmatava (sem área de mata nativa na propriedade). Apresentava bom desempenho na agricultura e na pecuária, com alta produtividade da terra e trabalho. Pretendia aumentar a área de pastagem, pois havia se capitalizado e comprado outro lote. Possuía boa moradia e bom controle financeiro do lote, com razoáveis ganhos financeiros.

Os agricultores A23 e A26 tiveram avaliações negativas nas três categorias de critérios: agrônômicos, 28ª e 18ª colocações, respectivamente; ambientais, 20ª e 30ª colocações, respectivamente; econômicos, 27ª e 31ª colocações, respectivamente. Neste caso, estes produtores deveriam ser assessorados por órgãos de assistência técnica, extensão agropecuária ou pesquisa na solução de problemas relacionados ao desempenho da produção em suas propriedades.

O produtor A23 dedicava 16% da área total de seu lote à agricultura, 7% à pecuária, 64% à mata nativa e o restante com capoeira. Cultivava arroz, milho, café e cacau, e criava galinhas, suínos e bovinos, além de possuir dois cavalos. Queimava pasto e desmatava. Era um agricultor que conseguiu produtividade mediana, devido à pequena quantidade de ativos agrícolas, criando poucos animais.

Tabela 2. *Ranks* para os critérios agrônômicos, ambientais, econômicos e na avaliação global.

	Agrônômicos	Ambientais	Econômicos	Global
A1	29	20,5	9,5	23
A2	26	4	9,5	7
A3	4	13,5	14,5	7
A4	22,5	5,5	3,5	2
A5	20	26	16,5	27
A6	4	13,5	5,5	4
A7	18,5	7	28	20
A8	33	3	11,5	10,5
A9	22,5	28,5	18	29
A10	17	22,5	29,5	31
A11	22,5	9,5	21,5	17
A12	22,5	5,5	33	30
A13	31	8	19,5	25,5
A14	1,5	12	8	2
A15	4	32	13	12,5
A16	1,5	33	2	2
A17	11	11	25	14,5
A18	9,5	22,5	7	5
A19	12	28,5	5,5	10,5
A20	9,5	15	32	20
A21	7	31	19,5	20
A22	13,5	17,5	25	23
A23	28	20,5	27	32
A24	26	16	11,5	14,5
A25	13,5	24,5	1	7
A26	18,5	30	31	33
A27	15	17,5	29,5	28
A28	32	1	14,5	12,5
A29	7	24,5	25	25,5
A30	26	2	23	17
A31	16	19	16,5	17
A32	30	9,5	3,5	9
A33	7	27	21,5	23

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33		
A1	-	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
A2	1	-	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0		
A3	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
A4	1	1	0	-	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0		
A5	1	1	0	1	-	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1		
A6	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
A7	1	1	0	1	1	0	-	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
A8	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
A9	1	1	0	1	0	0	0	1	-	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1		
A10	1	1	0	1	1	0	1	1	1	-	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
A11	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	-	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0		
A12	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0		
A13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0			
A14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
A15	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
A16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
A17	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	-	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0		
A18	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	-	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0		
A19	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0		
A20	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	-	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
A21	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
A22	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0			
A23	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0		
A24	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	0	0	0	1	0	1	0		
A25	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	-	1	1	0	1	1	1	0		
A26	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-	0	1	0	1	0	1	0		
A27	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	-	1	0	1	1	0	
A28	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
A29	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1		
A30	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
A31	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	-	1	0
A32	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
A33	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-

Figura 4. Matriz de comparações pareadas para o critério agrônômico.

O produtor A26 ocupava a área de seu lote com agricultura (20%, arroz, feijão, milho, mandioca, café, cacau, banana e coco), pecuária (26%, galinhas, patos e bovinos), com mata nativa (46%) e capoeira (8%). Queimava pasto e culturas anuais, e desmatava. Tinha boa produtividade de arroz e café, mas baixa produtividade do trabalho (muitas pessoas trabalhavam pouca área de lavoura). Investiu em pecuária. Tinha uma grande quantidade de área desmatada no lote. Era um agricultor diferente dos demais, pela diversidade de atividades geradoras de renda: não só culturas, mas também venda de frutas (banana, coco) e de produtos animais (ovos, galinhas e gado). Apesar de alguns aspectos negativos, capitalizou o suficiente para comprar mais um lote.

6. CONCLUSÕES

O método de Copeland mostrou-se adequado à ordenação de produtores rurais familiares de acordo com seus desempenhos. Foram aqui considerados critérios agrônômicos, econômicos e ambientais.

A abordagem hierárquica aqui proposta permitiu identificar não somente os melhores e piores desempenhos globais. Possibilitou apontar os agricultores com bom e mau desempenho em cada um dos pontos de vista considerados. Nos critérios agrônômico, ambiental e econômico, os melhores desempenhos foram dos produtores A14-A16, A28 e A25, respectivamente. Já as piores avaliações nestes critérios pertenceram aos produtores A28, A9-A19 e A10-A27. Na avaliação global os melhores desempenhos foram os dos produtores A4, A14 e A16. Os piores foram obtidos pelos agricultores A23 e A26.

Os dados aqui usados são oriundos de um projeto de pesquisa que acompanha a agricultura e os agricultores da região há mais de 20 anos. Os resultados deste estudo podem ser repassados indiretamente aos agricultores, já que foram avaliados pelos pesquisadores envolvidos no projeto de pesquisa, os quais retornam à área de estudo a cada três anos. Note-se que os dados aqui usados referem-se ao ano de 1993 e as mudanças na região ao longo do tempo são bastante significativas. Entretanto, as conclusões deste estudo, bem como de estudos semelhantes ao aqui apresentado (com dados atuais), podem ser úteis tanto para o projeto de pesquisa em si, quanto para órgãos de assistência técnica e de extensão na solução de problema específicos dos agricultores. Estas ações podem promover uma melhoria global do desempenho de cada produtor rural, já que é possível indicar os casos individuais melhor sucedidos e, em uma etapa seguinte, possibilitar a identificação das razões do sucesso. Isto pode inclusive subsidiar novos projetos de assentamento rural, como o que originou o município em questão.

7. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro. À Embrapa Monitoramento por Satélite, pelo uso dos dados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Arrow, K.J. & Raynaud, H. (1986). Social choice and multicriterion decision-making. The MIT Press, London. 138p.
- (2) Barba-Romero, S. & Pomerol, J.C. (1997). Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos e utilización práctica. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, Alcalá. 420p.
- (3) Batistella, M. (2001). Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon. Thesis (Ph.D. Dissertation), Indiana University, Indiana. 399p.
- (4) Batistella, M., Brondizio, E.S. & Moran, E.F. (2000). Comparative analysis of landscape fragmentation in Rondônia, Brazilian Amazon. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 33, 148-155.
- (5) Batistella, M., Robeson, S. & Moran, E.F. (2003). Settlement design, forest fragmentation, and landscape change in Rondônia, Amazônia. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69 (7), 805-812.
- (6) Boaventura Neto, P.O. (2003). Grafos: teoria, modelos, algoritmos. Editora Edgard Blücher, São Paulo. 3a ed., 328p.
- (7) Castilla, R.E.F. & Sawyer, D.O. (1993). Malaria rates and fate: A socioeconomic study of malaria in Brazil (1993). Social Science and Medicine, 37 (9), 1137-1145.
- (8) Charlwood, J.D., Alecrim, W.D., Fe, N., Mangabeira, J.A.C. & Martins, V.J. (1996). A field trial with Lambda-cyhalothrin (ICON) for the intradomiliary control of malaria transmitted by Anopheles darlingi root in Rondonia, Brazil (1996). Acta Tropica, 60 (1), 3-13.
- (9) Dale, V.H., O'Neill, R.V., Southworth, F. & Pedlowski, M. (1994). Modeling effects of land management in the Brazilian Amazon settlement of Rondônia. Conservation Biology, 8 (1), 196-206.
- (10) Dias, L.M.C., Almeida, L.M.A.T. & Clímaco, J.C.N. (1996). Apoio Multicritério à Decisão. Universidade de Coimbra, Coimbra. 175p.
- (11) Gomes, L.F.A.M., González-Araya, M.C. & Carignano, C. (2004). Tomada de Decisão em Cenários Complexos: Introdução aos Métodos Discretos do Apoio Multicritério à Decisão. Pioneira Thompson Learning, São Paulo. 168p.
- (12) Gomes, E.G., Soares de Mello, J.C.C.B., Mangabeira, J.A.C. (2007). Agregação ordinal de produtividades parciais: estudo de caso em agricultura familiar. Investigação Operacional, 27, 199-213.

- (13) Gomes, E.G., Soares de Mello, J.C.C.B., Souza, G.S., Angulo Meza, L., Mangabeira, J.A.C. (2009). Efficiency and sustainability assessment for a group of farmers in the Brazilian Amazon. *Annals of Operations Research* (forthcoming).
- (14) Gomes, E.G., Soares de Mello, J.C.C.B., Mangabeira, J.A.C. Estudo da sustentabilidade agrícola em um município amazônico com análise envoltória de dados. *Pesquisa Operacional*, 2009 (forthcoming).
- (15) Gomes, E.G., Soares de Mello, J.C.C.B., Mangabeira, J.A.C. (2008). Índice multicritério de bem estar social rural em um município da região amazônica. *Pesquisa Operacional*, 28, 141-160.
- (16) Gomes Junior, S.F., Soares de Mello, J.C.C.B., Soares de Mello, M.H.C. (2008). Utilização do método de Copeland para avaliação dos pólos regionais do CEDERJ. *Rio's International Journal on Sciences of Industrial and Systems Engineering and Management*, 2 (1), 87-98.
- (17) Kangas, A., Laukkanen, S. & Kangas, J. (2006). Social choice theory and its applications in sustainable forest management-a review. *Forest Policy and Economics*, 9 (1), 77-92.
- (18) Kladroba, A. (2000). Das Aggregations Problem bei der Erstellung von Rankings: Einige Anmerkungen am Beispiel der Formel 1 Weltmeisterschaft 1998. *Jahrbucher für Nationalökonomie und Statistik*, 220 (3), 302-314.
- (19) Laukkanen, S., Palander, T. & Kangas, J. (2004). Applying voting theory in participatory decision support for sustainable timber harvesting. *Canadian Journal of Forest Research*, 34 (7), 1511-1524.
- (20) Miranda, E.E., Mattos, C. & Mangabeira, J.A.C. (1995). Na força das idéias. *Embrapa Monitoramento por Satélite*, Campinas. 95p.
- (21) Miranda, E.E., Mangabeira, J.A.C., Mattos, C. & Dorado, A.J. (1997). Perfil agroecológico e socioeconômico de pequenos produtores rurais: o caso de Machadinho d'Oeste, Rondônia. *Ecoforça/Embrapa-NMA*, Campinas. 117p.
- (22) Miranda, E.E. (2005). Sustentabilidade Agrícola na Amazônia: 20 anos de monitoramento da agricultura em Machadinho d'Oeste-RO. *Embrapa Monitoramento por Satélite*, Campinas.
- (23) Moran, E.F. (1984). Amazon basin colonization. *Interciencia*, 9 (6), 377-385.
- (24) Roy, B. & Bouyssou, D. (1993). Aide multicritère à la décision: méthodes et cas. *Economica*, Paris. 695p.
- (25) Saaty, T.L. (2000). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*. RWS Publication, Pittsburgh. 477p.
- (26) Soares de Mello, J.C.C.B., Gomes, E.G., Gomes, L.F.A.M., Biondi Neto, L. & Angulo Meza, L. (2005a). Avaliação do tamanho de aeroportos portugueses com relações multicritério de superação. *Pesquisa Operacional*, 25 (3), 313-330.
- (27) Soares de Mello, J.C.C.B., Gomes, L.F.A.M., Gomes, E.G. & Soares de Mello, M.H.C. (2005b). Use of ordinal multi-criteria methods in the analysis of the Formula 1 World Championship. *Cadernos EBAP.BR*, 3 (2), 1-8.
- (28) Soares de Mello, M.H.C., Quintella, H.L.M.M. & Soares de Mello, J.C.C.B. (2004). Avaliação do desempenho de alunos considerando classificações obtidas e opiniões dos docentes. *Investigação Operacional*, 24 (2), 187-196.
- (29) Souza-Santos, R. (2002). Seasonal distribution of malaria vectors in Machadinho d'Oeste, Rondônia State, Amazon Region, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 18 (6), 1813-1818.
- (30) Sydenstricker, J.M. & Torres, H.G. (1991). Mobility of migrants: autonomy or subordination in the Amazon region?. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 8 (1), 33-54.