

Suporte a decisão para qualidade de terras para a agricultura familiar

Thomaz Corrêa e Castro da Costa¹
Doracy Pessoa Ramos²
Nilson Rendeiro Pereira¹
Maria do Carmo D. Bueno³
Jesus Mansilla Baca¹
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹
Margareth Simões Penello Meirelles¹
Ronaldo Pereira de Oliveira¹
Luciano José de Oliveira Accioly⁴

¹Embrapa Solos
R. Jardim Botânico, 1.024 CEP 22.460-000, Rio de Janeiro, RJ
{efidalgo, jesus, margareth, nilson, ronaldo, [thomaz](mailto:thomaz}@cnps.embrapa.br)}@cnps.embrapa.br;

²UENF/CCTA/LSOL
Av. Alberto Lamego, 2000 Parque California CEP 28.013-600, Campos dos Goytacazes, RJ
Doracy@uenf.br

³IBGE
Rua Gal. Canabarro 706 – Maracanã CEP 20.271-201, Rio de Janeiro - RJ
mbueno@ibge.gov.br

⁴UEP Recife / Embrapa Solos
Rua Antônio Falcão, 402 - Boa Viagem CEP 51.020-240 - Recife-PE
Oaccioly@cnps.embrapa.br

Abstract. Nowadays in Brazil, one of the most important approaches for rural development is the so called "familiar agriculture". That means, the use of low technology and labors resources to come up with local agriculture production. This work aims at comparing two decision support systems methodologies: AMC - Multicriteria Analysis and EMDS - Ecosystems Management Decision Support as an integrative approach for environmental as well as infra-structure factors in order to map land quality under the scope of familiar agriculture. The results were validated according to quality indexes suggested by Sparovek (2003) for the brazilian agriculture settlement project led by INCRA.

Palavras-chave: multicriterion evaluation, netweaver, familiar agriculture, análise multicritério, rede de dependência, agricultura familiar.

1. Introdução

A agricultura familiar praticada no Brasil, alicerçada por modestos investimentos em tecnologia, mão-de-obra e compra de insumos, responde por 38% da produção agrícola no país e 77% da mão de obra empregada no setor agrícola, representando cerca de 18% do total da população economicamente ativa. É o segmento de maior importância econômica e social do meio rural, e considerado estratégico para a manutenção e recuperação do emprego, para redistribuição da renda, para a garantia da soberania alimentar do país e para a construção do desenvolvimento sustentável (Schuch, 1999).

Seu desempenho depende das condições ambientais, de infra-estrutura e sócio-econômicas locais, do apoio dado pela administração pública, e pela sociedade civil por meio de organizações não governamentais, tendo como fatores primordiais a assistência técnica e o acesso ao crédito. Adendo a estes, está o fator humano com a capacidade empreendedora e a formação técnica, como qualidades mais exigidas.

Por condições ambientais, entende-se os fatores ligados a produtividade da terra, envolvendo parâmetros de solo, de relevo e climáticos. O apoio da administração pública reflete nos fatores de infra-estrutura e de acesso aos serviços públicos, e o desenvolvimento local tem como indicadores os fatores sócio-econômicos.

Visando identificar a qualidade de terras para agricultura familiar neste contexto, foram empregadas duas metodologias de suporte a decisão que integram fatores de diferentes temas (**Tabela 1**). As metodologias aplicadas foram: análise multicritério associada a um processo analítico hierárquico, Analytical Hierarchy Process, com combinação linear de pesos, Weight Linear Combination (AMC/AHP/WLC) (Eastman et al., 1995; Triantaphyllou e Mann, 1994), e o Sistema de Suporte à Decisão para Gerenciamento de Ecossistemas, Ecosystem Management Decision Support System – EMDS (USDA, 1996), baseado em redes de dependência e lógica nebulosa.

Os resultados foram validados considerando as informações da qualidade dos projetos de assentamentos da reforma agrária brasileira obtidos por Sparovek (2003). A partir de variáveis obtidas por meio de questionários realizados em 4.483 PAs, foram construídos cinco índices para avaliar a qualidade dos PAs: qualidade de vida (QV), eficácia da reorganização fundiária (IF), articulação de organização social (IS), ação operacional (AO) e qualidade do meio ambiente (QA). Pode-se considerar que estes índices avaliam indiretamente o desempenho da agricultura familiar no assentamento, que é o sistema de produção predominante.

Assim definiu-se a hipótese: a qualidade de terras para agricultura familiar pelas metodologias de suporte a decisão é consistente a ponto de se correlacionar com o índice de qualidade dos projetos de assentamento (PA), por Unidade Federativa.

Tabela 1. Fatores com seus respectivos níveis de análise, formatos e fonte de dados.

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Formato	Fonte
QUALIDADE DE TERRAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR	CLASSES AGROPEDO ECOLÓGICAS	Classes Pedoecológicas	Classes Agroecológicas	Polígonos – Agroecológico ²	EmbrapaSolos
			Textura	Polígonos – Mapa Solos ¹	EmbrapaSolos
			Valor T	Polígonos - Mapa Solos	EmbrapaSolos
			Fertilidade	Polígonos - Mapa Solos	EmbrapaSolos
			Drenagem	Polígonos - Mapa Solos	EmbrapaSolos
			Relevo	Polígonos - Mapa Solos	EmbrapaSolos
		Indicador climático (precipitação anual)		Pontos – Estações Meteorológicas	INMET, EmbrapaSolos
	INFRA ESTRUTURA	Produtividade (Cultura do milho)		Polígonos – Municípios	IBGE, Embrapa
		Rodovias Federais		Linhas	DNER, GMAPS
		Sedes Municipais		Pontos	SIDRA-IBGE
	SÓCIO ECONOMIA	Densidade Urbana (hab/Km ²)		Polígonos – Municípios	SIDRA-IBGE
		Índice de Renda (IDH2000)		Polígonos – Municípios	IBGE
		Índice de Educação (IDH2000)		Polígonos – Municípios	IBGE
		Fator Receita/Despesa Municipal 2000 (per capita)		Polígonos – Municípios	BD Receita Federal
	RESTRIÇÕES AMBIENTAIS	Unidades de Conservação Federais		Polígonos	IBAMA, INPE
		Áreas Prioritárias para Conservação		Polígonos	MMA, CI, Biodiversitas
		Terras indígenas		Polígonos	FUNAI

¹Mapa de solos do Brasil escala 1:5.000.000 (EMBRAPA, 1981), enriquecido com as informações e conhecimentos adquiridos na realização de recentes estudos de mapeamento de solos de áreas consideradas de baixa atuação antrópica, como o Sudoeste do Estado do Amazonas, parte dos Estados de Rondônia e Acre e da Região do Baixo Parnaíba;

²Delineamento Macro-Agroecológico do Brasil (EMBRAPA, 1991)

2. Metodologia

AMC/AHP/WLC

Na análise multicritério (AMC), a variável objetivo (S) é um índice de favorabilidade, calculado pela agregação de critérios pelo método da combinação linear de pesos (WLC), em que fatores (x_i) são ponderados por pesos (w_i), conforme seu grau de importância, dado pela expressão:

$$S = \sum w_i * x_i$$

Utiliza-se a AMC para obter uma variável, com o auxílio dos especialistas, que pode ser inferida por um conjunto de fatores que apresentam relações de causa-efeito conforme a aplicação (Ridgley & Heil, 1998; Mendes, 2001; Fuller, et al., 2002; Costa et al. 2003).

A atribuição de diferentes pesos (w_i) aos fatores, de acordo com seu grau de importância, é feita com o auxílio da AHP (Analytical Hierarchy Process), permitindo o cálculo dos pesos, conforme os graus de hierarquia entre os mesmos par a par, extraídos de uma escala de 9 pontos (Saaty, 1977).

Os fatores são transformados de acordo com a natureza de sua distribuição em relação ao objetivo, para que os mesmos sejam correlacionados positivamente. Por causa das diferentes escalas em que cada fator é mensurado ou categorizado, os fatores são normalizados para uma escala contínua (1byte) que se estende do valor menos favorável (0) para o valor mais favorável (255). As transformações usuais de padronização de valores originais para “índices de favorabilidade” são executadas por lógica nebulosa. As funções adotadas foram a linear, *j-shaped* e sigmoidal, implementadas no SIG Idrisi Kilimanjaro (Idrisi, 2003).

EMDS

O EMDS baseia-se no desenvolvimento de uma estrutura hierárquica de indicadores, implementada através de redes de dependência e avaliada com o auxílio de lógica nebulosa. O sistema é composto por uma extensão para ambiente SIG, o software *ArcView*, um aplicativo para desenvolvimento da base de conhecimento, o *NetWeaver*, e um Sistema de Avaliação, o EMDS (Bueno^a, 2003; Bueno^b et al, 2003)..

A representação do conhecimento é baseada em redes de dependência, que são utilizadas para descrever graficamente, por meio do sistema *Netweaver*, as relações lógicas entre dados e conclusões, e oferecerem um caminho para representar o conhecimento de um especialista. Os conectores lógicos ou operadores, são utilizados para integrar níveis hierárquicos subsequentes (geralmente “AND” e “OR”).

O atributo chave da rede é o valor verdade, que é uma medida que expressa o grau com que um dado confirma ou contradiz a proposição que a rede está avaliando (Bueno^a, Bueno^b et. al., 2003).

A avaliação das proposições é feita através da comparação do valor de entrada com um argumento que define matematicamente a condição sob qual proposição é considerada verdadeira. Um argumento pode testar uma condição simples de verdadeiro ou falso, ou pode ser uma função de pertinência nebulosa, que testa o grau de pertinência de um valor observado a um subconjunto nebuloso.

Devido à natureza da aplicação utilizada para efetuar a análise, que se baseia em comparações, é necessária a definição de uma unidade territorial que possa ser considerada homogênea dentro da escala da avaliação. A unidade de análise selecionada foi o Município.

Os indicadores selecionados para a análise foram os mesmos definidos para a avaliação efetuada com a metodologia AMC/AHP/WLC, sendo que algumas alterações foram necessárias em virtude das diferenças metodológicas.

Esta análise partiu do macrofator Classes Pedoecológicas, não utilizando os fatores do nível 4 (**Tabela 1**). Esta decisão foi devido as pequenas alterações que este macrofator sofreu por especialistas.

Os valores usados para os indicadores Classe Pedoecológica, Pluviosidade e Distância das Rodovias foram obtidos através do cálculo do valor médio do fator para cada município, enquanto os demais tiveram seus valores obtidos diretamente.

O indicador Distância da Sede Municipal não foi utilizado, uma vez que a unidade territorial de análise é o Município.

A proposição básica **“A qualidade das terras para agricultura familiar é positiva”** tem seu valor obtido pelo resultado da soma das suas redes antecedentes (Classes Agropedoecológicas, Infra-estrutura e Sócio-economia). O mesmo princípio se aplica a cada nível hierárquico da rede, ou seja, as proposições dependem dos valores integrados de seus indicadores, obedecendo a estrutura hierárquica implementada. Através do operador AND cujo valor é dado pela média ponderada dos nós ligados a ele, e o valor resultante é propagado para os níveis mais altos da estrutura. Foram utilizados os pesos dos macrofatores calculados pela metodologia AHP.

Cada dado de entrada na rede é representado por um argumento que pode ser do tipo clássico (booleano) ou nebuloso. No caso de argumentos do tipo nebuloso, o dado de entrada é comparado a uma função de pertinência que evidencia o grau com que o valor do dado pertence ao conjunto representado pela proposição correspondente.

Os argumentos utilizados foram expressos por notas estabelecidas pelos especialistas ou pelo seu valor de cálculo, considerando-se a proposição avaliada.

As funções são definidas com base em, no máximo, quatro pontos de inflexão, que podem representar os estados de Falso (F), Verdadeiro (V) ou Indeterminado (I).

Validação da qualidade das terras para Agricultura Familiar (metodologias AMC e EMDS) pela qualidade dos assentamentos da Reforma Agrária Brasileira

Para comparação entre os métodos foi preciso definir uma unidade de resolução compatível, ou seja, a unidade de resolução de maior generalização entre os levantamentos. Como o método da AMC utiliza a unidade de maior precisão, o pixel de 1x1km, o EMDS usa o município, e Sparovek (2003) disponibiliza os índices de qualidade dos assentamentos por Unidade Federativa, a unidade de resolução compatível foi a UF, que apresenta a desvantagem de generalização e de variação de tamanho, que diminui a precisão para os estados maiores.

As comparações dos métodos de suporte a decisão (AMC e EMDS) com os índices de qualidade dos assentamento foram feitas por meio de associações entre variáveis pelo coeficiente de correlação de postos de Spearman (Siegel, 1956) não paramétrico, devido à característica ordinal de alguns dados de origem, com níveis de probabilidade de rejeição (p), menores do que 0,05.

O Índice Médio de Qualidade dos Projetos de Assentamento (IMQPA)

Para validar as Terras Potenciais para Agricultura Familiar obtidas pelas metodologias AMC e EMDS, criou-se uma variável para agregar os parâmetros relativos à qualidade dos projetos de assentamento (PA), considerando todos os índices que, de certa forma, respondem às condições favoráveis ou não do ambiente, da infra-estrutura, e de fatores sócio-econômicos, em um período que vai da implantação do assentamento ao estado atual. Como os índices foram construídos dentro do mesmo princípio de depreciação em relação a unidade e foram padronizados com a amplitude de 0 a 100, a integração destes torna-se simples. Assim foi

criado o Índice Médio de Qualidade dos PAs, $IMQPA = (AO + IF + IS + QA + QV) / 5$, que é a média aritmética entre os índices desenvolvidos em Sparovek.

3. Resultados

AMC/AHP/WLC

Na **Tabela 2** são apresentados os indicadores envolvidos na análise com seus respectivos pesos, relativos a hierarquização de sua importância pela técnica AHP.

Tabela 2. Pesos para os indicadores utilizados na integração temática, resultantes da técnica AHP.

Nível	Fator	Peso Final
<u>3</u>	<u>Classes Pedoecológicas</u>	
4	Classes Agroecológicas	0,30
4	Fertilidade	0,30
4	Relevo	0,10
4	Drenagem	0,10
4	Textura	0,10
4	Valor (Ta, Tb)	0,10
<u>2</u>	<u>Classes Agropedoecológicas</u>	
3	Classes Pedoecológicas	0,60
3	Pluviosidade	0,25
3	Produtividade Milho	0,15
<u>2</u>	<u>Infra-estrutura</u>	
3	Rod.Federais	0,50
3	Sedes Municipais	0,50
<u>2</u>	<u>Sócio-economia</u>	
3	HabUrban/km2	0,25
3	IndEduca (IDH2000)	0,25
3	IndRenda (IDH2000)	0,25
3	RecDespMun2000	0,25
<u>1</u>	<u>Qualidade de Terras para Agricultura Familiar</u>	
2	Classes Agropedoecológicas	0,60
2	Infra-estrutura	0,20
2	Sócio-economia	0,20

O resultado da Qualidade de Terras para Agricultura Familiar, gerado a partir dos macrofatores Classes Agropedoeológicas, Infra-estrutura e Sócio-economia, é visualizado na **Figura 1**.

Este resultado indica estrategicamente as regiões para avaliação em pequena escala para implantação de projetos de agricultura familiar, suportadas por condições favoráveis do ponto de vista ambiental, de acessibilidade, da administração pública e da estrutura sócio-econômica, sem a pretensão de indicar áreas para alocar projetos de agricultura familiar, mas sim de prospectar grandes regiões com maior probabilidade de condições favoráveis, onde deve-se realizar estudos mais detalhados.

As áreas mais favoráveis situam-se na região sul, sudeste e centro oeste, onde também se localizam as áreas agrícolas voltadas para a produção de grãos. No centro-oeste as melhores áreas conferem com a promissora região, centrada no Município de Rio Verde-GO. Também estão entre as regiões recomendadas, grande parte do Estado de São Paulo incluindo a região do Pontal de Paranapanema, a região do triângulo em Minas Gerais, o sul da Bahia, a Zona da Mata do Nordeste, Rondônia, e uma pequena área do Maranhão.

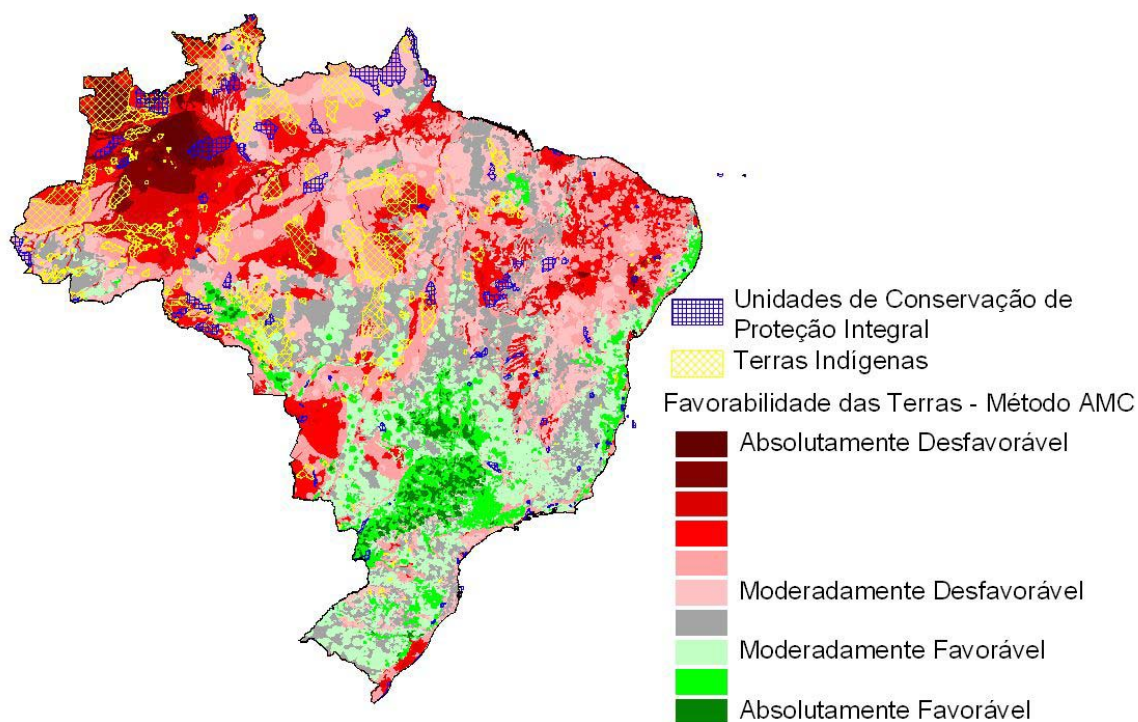


Figura 1. Terras Potenciais para Agricultura Familiar

EMDS

A **Figura 2** apresenta o resultado da avaliação, considerando-se os fatores da **Tabela 1**, excetuando-se os do nível 4. De acordo com os resultados obtidos, as melhores terras para agricultura familiar encontram-se em áreas localizadas nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do país, indo do norte do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo praticamente toda a área dos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, a parte oeste do estado de Minas Gerais e grande parte do estado de Goiás. Os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul também apresentam alguns municípios com resultados positivos, além de existirem outras ocorrências isoladas no restante do país.

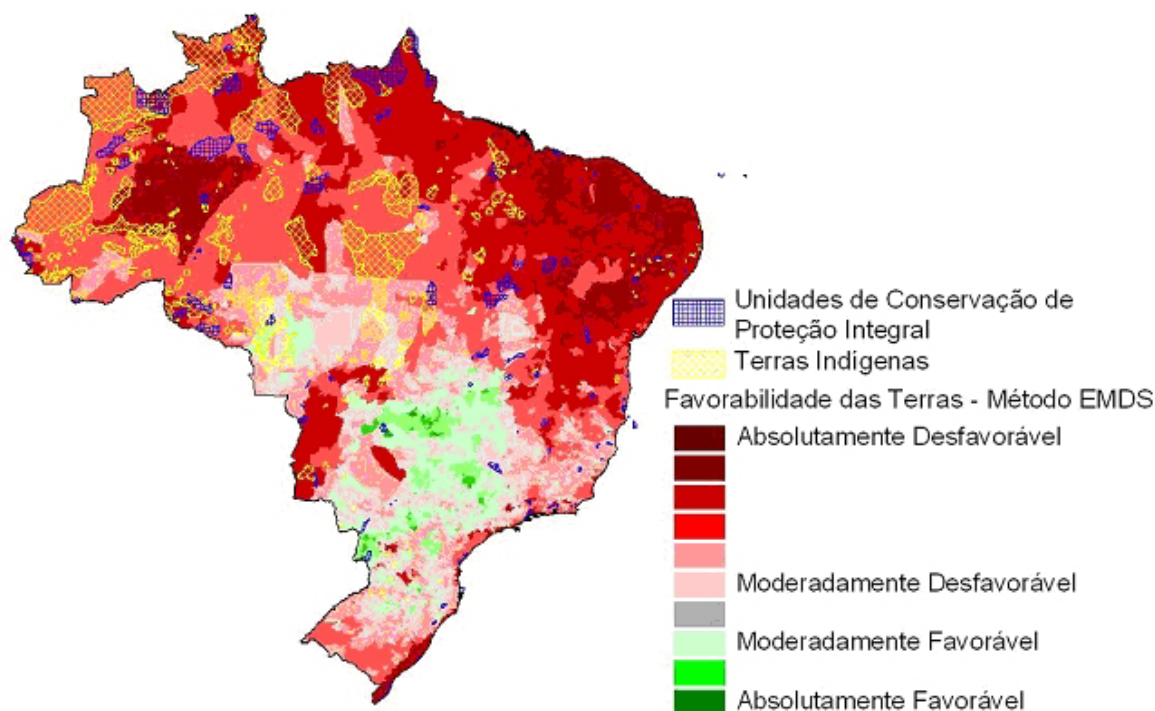


Figura 2 – Qualidade das Terras para Agricultura Familiar

Relação entre o índice de qualidade dos assentamentos (IMQPA) e os resultados das análises de suporte a decisão

Na avaliação do IMQPA com a Qualidade de terras para agricultura familiar, o resultado gerado pela AMC foi significativo (0.51). A baixa correlação é inerente a associação proposta, que trabalhou com variáveis indiretas, de fraca associação e com escalas diferentes. Porém o resultado foi considerado além das expectativas, revelando uma consistência na modelagem proposta com base em um reduzido número de indicadores para um sistema afetado por um grande número de vetores, dada a sua complexidade. Verifica-se uma consistência na indicação estratégica de terras para agricultura familiar por meio deste estudo.

Nas **Figuras 3 e 4** são apresentadas as dispersões entre os resultados de qualidade de terras para agricultura familiar de cada método e o IMQPA, e na **Tabela 3** é apresentado o ranqueamento descendente de favorabilidade dos Estados para os dois métodos e pelo IMQPA.

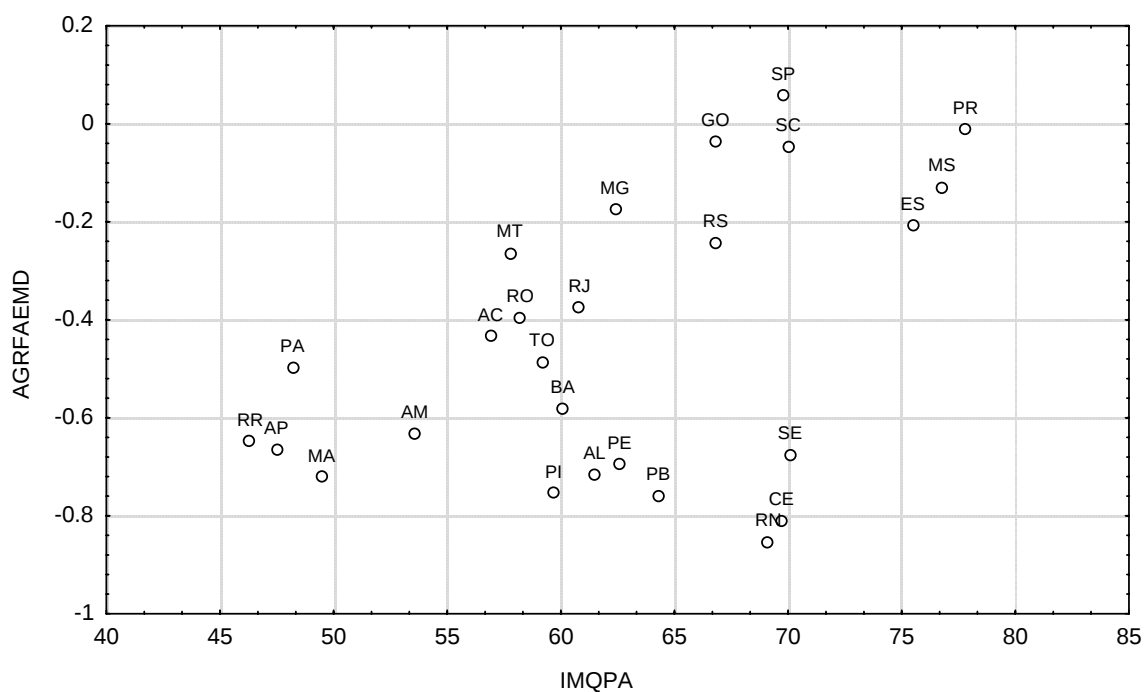


FIGURA 3. Dispersão entre a Qualidade de terras de Terras para Agricultura Familiar (AGFA) pela EMDS e o Índice Médio de Qualidade dos Projetos de Assentamento (IMQPA), considerando a média dos resultados por PA por Estado. ($r=0.343$, $p=0.085$).

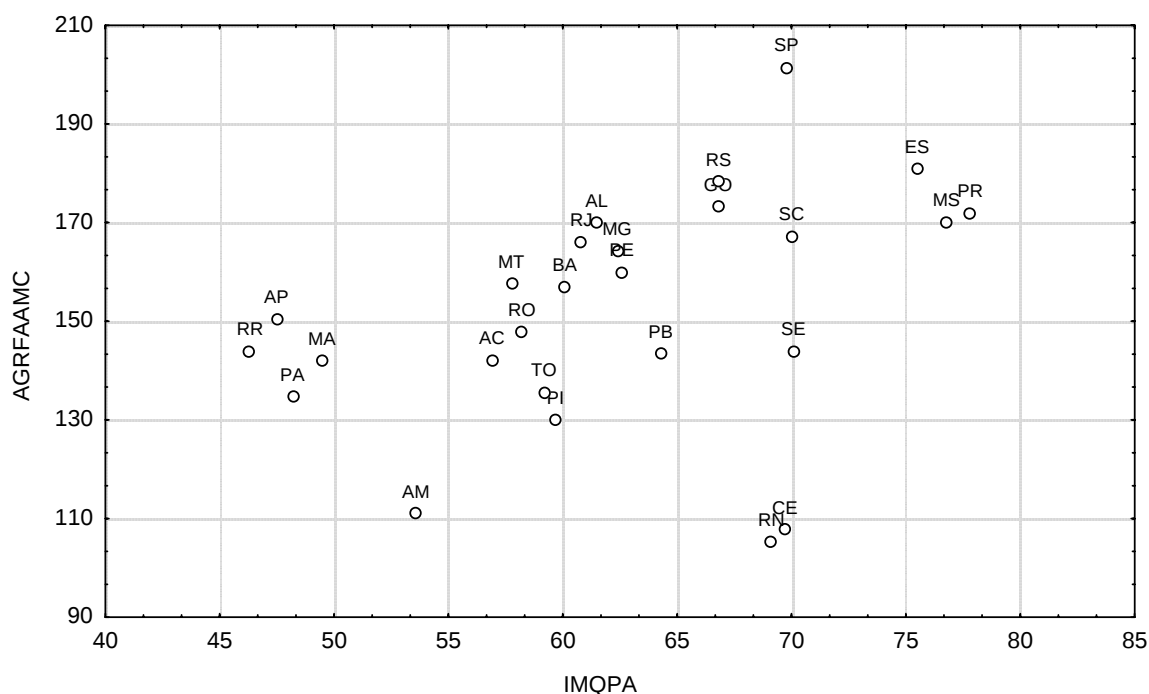


FIGURA 4. Dispersão entre a Qualidade de terras de Terras para Agricultura Familiar (AGFA) pela AMC e o Índice Médio de Qualidade dos Projetos de Assentamento (IMQPA), considerando a média dos resultados por PA por Estado. ($r=0.510$, $p=0.007$)

Tabela 3. Ranqueamento dos Estados referente a favorabilidade das terras para agricultura familiar pelas Metodologias AMC e EMDS, e pelo Índice Médio de Qualidade dos Projetos de Assentamento (IMQPA), considerando a média por PA por Estado.

UF	AgFa_EMDS	Rank	UF	AgFa_AMC	Rank	UF	IMQPA	Rank
SP	0.056656	1	SP	201.456	1	PR	77.8	1
PR	-0.01233	2	ES	180.9792	2	MS	76.8	2
GO	-0.03729	3	RS	178.2826	3	ES	75.5	3
SC	-0.0463	4	GO	173.1293	4	SE	70.1	4
MS	-0.12937	5	PR	171.968	5	SC	70	5
MG	-0.17546	6	MS	170.0952	6	SP	69.8	6
ES	-0.20848	7	AL	169.9851	7	CE	69.7	7
RS	-0.24247	8	SC	167.2566	8	RN	69.1	8
MT	-0.26361	9	RJ	166.0714	9	GO	66.8	9
RJ	-0.37546	10	MG	164.2635	10	RS	66.8	10
RO	-0.39562	11	PE	159.9209	11	PB	64.3	11
AC	-0.43435	12	MT	157.6046	12	PE	62.6	12
TO	-0.48554	13	BA	156.9918	13	MG	62.4	13
PA	-0.49705	14	AP	150.5455	14	AL	61.5	14
BA	-0.58222	15	RO	147.8113	15	RJ	60.8	15
AM	-0.63138	16	SE	143.9726	16	BA	60.1	16
RR	-0.64781	17	RR	143.963	17	PI	59.7	17
AP	-0.66523	18	PB	143.4294	18	TO	59.2	18
SE	-0.67525	19	AC	142.1061	19	RO	58.2	19
PE	-0.69615	20	MA	142.0379	20	MT	57.8	20
AL	-0.71642	21	TO	135.6175	21	AC	56.9	21
MA	-0.72158	22	PA	134.6097	22	AM	53.6	22
PI	-0.75397	23	PI	130.0756	23	MA	49.5	23
PB	-0.76012	24	AM	111	24	PA	48.2	24
CE	-0.80969	25	CE	107.771	25	AP	47.5	25
RN	-0.85302	26	RN	105.1538	26	RR	46.3	26

4. Considerações Finais

A AMC, por processar na estrutura *raster*, mantém a precisão locacional dos dados de origem por trabalhar com o pixel, com o controle pela resolução. No método EMDS, que opera na estrutura vetorial, é necessário a definição de uma unidade de menor resolução, que pode ser geográfica ou político-administrativa (município, bacia hidrográfica, etc.), o que obriga a generalização da informação para a mesma, perdendo-se a variabilidade e o detalhe locacional, o que pode ser observado comparando-se as **Figuras 1 e 2**.

Definir a malha por entidades geográficas pré-estabelecidas leva a outra desvantagem no método, que é a irregularidade no tamanho das unidades, municípios, estados, bacias hidrográficas, etc. comparados sem considerar a proporcionalidade em tamanho.

Considerando a etapa de validação por um índice geral, o IMQPA, a AMC apresentou correlação significativa, o que não ocorreu com o método EMDS, podendo-se verificar no ranqueamento, Tabela 3, em que a ordem dos Estados ranqueados pelo método AMC aproxima-se mais da ordem estabelecida pelo índice geral, gerado a partir dos resultados em Sparovek.

Por outro lado a modelagem do conhecimento pelas redes de dependência tornam o EMDS um método de melhor flexibilidade para a construção e atualização do conhecimento, facilitando a fase operacional.

5. Bibliografia

- Bueno^a, M.C.D. **Utilização de Redes de Dependência e Lógica Nebulosa em Estudos de Avaliação Ambiental**. 2003, 121 p. Dissertação (Mestrado em Geomática) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- Bueno^b, M.C.D. Utilização de Redes de Dependência para a Avaliação do Impacto Erosivo da Bacia do Alto Taquari. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA A AGROPECUÁRIA E À AGROINDÚSTRIA, 2003, Porto Seguro - Bahia. **Anais...SBAGRO - IV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada a Agropecuária e à Agroindústria**. 2003.
- Costa, T.C.C.; Souza Neto, N.C.; Oliveira, M.A.J.; Accioly, L.J.O. Estimativa da diversidade florística da caatinga por meio da análise multicritério. **Anais... XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p.2689-2696. (CD-ROM).
- Eastman, J.R., Jin, W., Kyem, P.A.K., Toledano, J. Raster procedures for multi-criteria, multi-objective decisions. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 61, n.5, p.539-547, 1995.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Delineamento macro-agroecológico do Brasil**. Rio de Janeiro: 1991. 114 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 37).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de solos do Brasil**: escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 1981. 1 Mapa color.
- Fuller, D.; Jeffe, M.; Williamson, R.A.; James, D. Satellite remote sensing and transportation lifelines: safety and risk analysis along rural southwest roads. In: Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale ISPRS Commission I Mid-Term Symposium in conjunction with Pecora 15/Land Satellite Information IV Conference 10-15 November 2002, Denver, CO USA. Disponível em: <<http://www.isprs.org/commission1/proceedings/paper/00089.pdf>> . Acesso em: Setembro 2003.
- IDRISI Source Code © 1987-2003 J. Ronald Eastman; IDRISI Production © 1987-2003 Clark University; IDRISI is a Registered Trademark of Clark University. Clark Labs, Clark University.
- Mendes, J.F.G.; Motizuki, W.S. Urban quality of life evaluation scenarios: The case of São Carlos in Brazil. **CTBUH Review**, v.1, n.2. 2001.
- Ridgley, M.A. and Heil, G.W. 1998. Multicriterion planning of protected-area buffer zones: an application to Mexico's Izta-Popo national park. In: Beinart E. and Nijkamp P. (eds) *Multicriteria evaluation in land use management*, Kluwer Academic Publishers. pp. 293-311. 1998. Disponível em: <http://bio.uu.nl/gwheil/pdfs/mcdm_paper.pdf> . Acesso em: Agosto 2003.
- Saaty, T. L., A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v.15, p. 59-62, 1977.
- Schuch, H. J. A Importância da opção pela Agricultura Familiar. <http://gipaf.cnptia.embrapa.br/itens/publ/fetagr/fetagr99.doc>. 1999.
- Siegel, S. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. McGraw-Hill, 1956. 350p.
- Sparovek, G. **A qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira**. São Paulo: Páginas & Letras, 2003, 204p.
- Triantaphyllou, E.; Mann, S.H. A computational evaluation of the original and revised analytic hierarchy process. **Computers and industrial engineering**. v. 26, n.3, p.609-618, 1994.
- USDA [United States Department of Agriculture], 1996, EMDS Home Page. URL: <http://www.fsl.orst.edu/emds/> Acesso em 05/01/2003.