

## FAVORABILIDADE DE TERRAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR POR MEIO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO<sup>1</sup>

Thomaz Corrêa e Castro da Costa<sup>2</sup>  
Doracy Pessoa Ramos<sup>3</sup>  
Nilson Rendeiro Pereira<sup>4</sup>  
Jesus Fernando Mansilla Baça<sup>5</sup>  
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo<sup>6</sup>

**RESUMO:** A agricultura familiar, no Brasil, é um segmento da economia estratégico para a distribuição de renda e fixação do homem no campo que, mesmo com baixo uso de tecnologias, insumos, e recursos, responde com uma produção significativa para o abastecimento do mercado interno e para a segurança alimentar. Por outro lado, a terra não é sempre alocada adequadamente para utilização agropecuária sustentável, um dos fatores que contribuem para a degradação dos recursos naturais e o empobrecimento do agricultor. A adequação da terra é baseada em fatores ambientais, de infraestrutura, e socioeconômicos, que devem ser analisados conjuntamente. Esta análise é geralmente qualitativa e envolve especialistas (avaliação técnica). Uma experimentação computacional desta análise pode ser realizada por meio de ferramentas de suporte a decisão. Neste trabalho foi aplicada a análise multicritério em SIG, uma ferramenta usual de suporte a decisão, para indicar regiões (pequena escala) favoráveis à agricultura familiar, utilizando fatores ambientais, de infra-estrutura, e sócio econômicos. O resultado foi validado por meio de indicadores de qualidade dos assentamentos rurais sugeridos por Sparovek (2003).

**Palavras-chave:** análise multicritério, agricultura familiar, suporte a decisão.

## SUITABLING OF LAND FOR FAMILIAR AGRICULTURE BY MULTICRITERION ANALYSIS

**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. The land not ever suitable for sustainable agriculture, one factor that contribute for land degradation and poor human. The land suitable is related with environment, infrastructure and socioeconomic factors that be join analyzed. This analysis is qualitative and quantitative, and considering the expertises. This work aims at take a Multicriteria Analysis as an integrative approach for environmental as well as infra-structure factors in order to map land quality under the scope of familiar

<sup>1</sup> Este trabalho foi realizado com o apoio do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural - NEAD, por meio da aquisição do *software* Idrisi Kilimanjaro, e por meio do acordo de cooperação técnica com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. Os autores agradecem também a Maria do Carmo D. Bueno/IBGE, aos pesquisadores da EMBRAPA: Alexandre Ortega, Margareth Simões Meirelles, Heitor Coutinho, e ao Chefe de P&D, Celso Manzatto, pelo auxílio na formatação e revisão de texto, pelas sugestões e pela disponibilização de dados utilizados neste trabalho.

<sup>2</sup> Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Solos. Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22.460-000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: thomaz@cnps.embrapa.br.

<sup>3</sup> Professor titular do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF/CCTA/LSOL. Avenida Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, CEP 28.013-600, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: doracy@uenf.br

<sup>4</sup> Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22.460-000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: nilson@cnps.embrapa.br

<sup>5</sup> Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22.460-000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: jesus@cnps.embrapa.br

<sup>6</sup> Pesquisadora do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22.460-000, Rio de Janeiro-RJ. E-mail: efidalgo@cnps.embrapa.br

agriculture (large scale). The result was validated according to quality indexes suggested by Sparovek (2003) for the Brazilian agriculture settlement project led by INCRA.

**Keywords:** multicriterion evaluation, familiar agriculture, decision support.

## INTRODUÇÃO

O problema do acesso a terra reduz a eficiência econômica e o bem-estar de suas populações. A terra é um ativo mal alocado em termos de demandantes potenciais e trabalhado sobre direitos incompletos, o que acrescenta ineficiência na sua alocação e na sua utilização. Como resultado, em muitas regiões, as famílias rurais não conseguem atingir uma renda mínima que lhes permita a sobrevivência através das atividades agrícolas. O acesso, destas famílias, à terra não é sustentável quando esta seria a melhor forma, ainda que não a única, de lhes proporcionar bem estar (BUAINAIN & PIRES, 2003).

Na estrutura fundiária brasileira parte da terra encontra-se alocada de forma deficiente, seja pela indefinição dos direitos de propriedade seja pela insuficiência deste recurso para permitir explorações econômicas sustentáveis. Para os pobres rurais, a terra é a melhor possibilidade de melhorar suas condições de vida, saindo da situação de miséria na qual se encontram. A falta de acesso, ou o acesso incompleto à terra, com condições e suporte deficientes, contribui para a pobreza rural e a desigualdade, que adicionam externalidades negativas a toda a economia (BUAINAIN & PIRES, 2003).

Por outro lado, a agricultura familiar é um segmento crucial na economia brasileira, que responde por 38% da produção agrícola no país e 77% da mão de obra no setor agrícola, representando cerca de 18% da população economicamente ativa. É considerado estratégico no meio rural, para a manutenção e recuperação do emprego, redistribuição da renda, e para a garantia da soberania alimentar do país (SCHUCH, 1999).

Seu desempenho depende das condições ambientais, infra-estrutura, sócio-economia local, do apoio da administração pública, e da 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.

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

Esta complexa interdependência entre fatores e um objetivo, no caso a indicação de terras para agricultura familiar, envolvendo análise espacial, variáveis numéricas e categóricas, é um problema típico de suporte a decisão (SDSS – Spatial Decision Support Systems). Sistemas de suporte a decisão incorporam critérios, para atender ao(s) objetivo(s), envolvendo dados qualitativos e quantitativos, representados espacialmente por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Visando identificar a favorabilidade de terras para agricultura familiar neste contexto, foi empregada a metodologia de suporte a decisão “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).

A AMC, implementada em Sistema de Informação Geográfica (SIG), processa dados espaciais por meio de agregação de critérios com a finalidade de gerar variáveis objetivos, como índices de favorabilidade, vulnerabilidade, etc. (MENDES, 2001; FULLER, *et al.*, 2002; COSTA *et al.* 2003). A integração temática envolve principalmente a álgebra de mapas (CÂMARA, 2003), e lógica nebulosa, que integram o modelo por AMC baseado no conhecimento de especialistas.

Um modelo é uma representação de fenômenos, processos, objetos e seres do mundo real. Os modelos podem ser classificados em determinísticos (fenomenológicos), empíricos e baseados em conhecimento. Os modelos determinísticos expressam a função exata da variável objetivo ou de um fenômeno, enquanto um modelo empírico é construído a partir da observação de relações entre variáveis ao longo do tempo, podendo também ser suportado por embasamento teórico. A complexidade das variáveis envolvidas, geralmente, exige a aplicação de ferramentas estatísticas para a construção de funções estimáveis.

Um exemplo de modelo empírico seria a estimativa de biomassa florestal a partir do NDVI (COSTA *et al.*, 2002), onde se conhecem as propriedades de cada variável, e existe uma forte correlação entre elas, mas não existe uma função exata entre as mesmas, devido a uma gama de variáveis não controladas, associadas ao sensor, às condições climáticas, edáficas e à vegetação. O controle destes fatores é destinado ao erro, pressupondo-se a aleatoriedade.

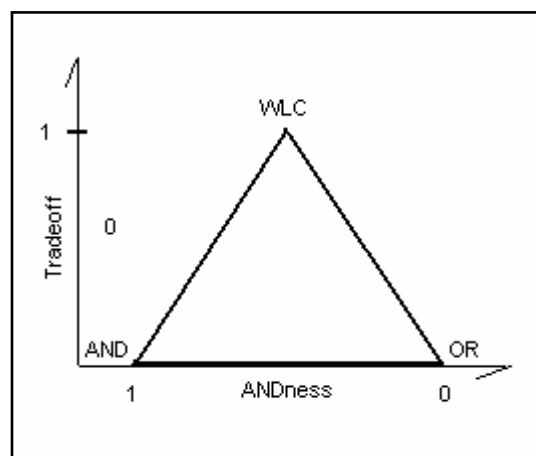
Os modelos baseados em conhecimento utilizam a experiência humana para construção das relações entre variáveis, baseados em proposições e informações de especialistas, o que caracteriza também o empirismo para o estabelecimento destas relações.

A diferença é que, como estes modelos geralmente trabalham com informações não numéricas, “textualizadas” ou lingüísticas, com o intuito de inferir variáveis não ocorrentes na natureza (como índices, por exemplo); seu tratamento estatístico é geralmente inviabilizado. Assim, uma decisão sobre a melhor área para o estabelecimento de um projeto agropecuário só poderá ser verificada após sua implantação e funcionamento por um certo período, ou pelo próprio julgamento dos especialistas.

Em uma escala de consistência, o modelo determinístico é consistente, os modelos empíricos apresentam razoável consistência, e os modelos baseados em conhecimento são de baixa consistência; ainda assim, quando for possível sua validação, nos quais nem sempre existem mensurações da variável objetivo para comparação ou formas de conversão numérica desta variável.

Utiliza-se a AMC para obter uma variável que pode ser inferida por um conjunto de fatores que apresentam relações de causa-efeito.

Uma propriedade importante da AMC é estabelecer um equilíbrio entre a máxima descompensação entre fatores (EASTMAN, 1995), e o máximo risco, oferecendo uma solução que não é de interseção (Operador booleano AND), nem de união (Operador booleano OR) (Figura 1).



**Figura 1** - Pontos de decisão. Fonte: Eastman (1995).

Avaliando a AMC/AHP/WLC, com respeito ao risco médio, como observado na Figura 1, o risco de optar por uma área com restrição significativa de um fator pode ser alto, se o fator limitante for compensado por outros fatores. O critério de pesos auxiliados pela

AHP pode reduzir este risco se pesos maiores forem dados aos critérios mais limitantes ao objetivo. Esta é uma decisão que caracteriza o *Tradeoff*.

Além dos fatores envolvidos na análise multicritério, pode-se incluir critérios booleanos, com limites abruptos de restrição, que também contribuem para a redução do risco. Um exemplo, relacionado ao tema do estudo, é a distribuição de terras indígenas e unidades de conservação de proteção integral, que teriam restrição máxima; ou seja, ausência da favorabilidade para alocação de terras para agricultura familiar nestas regiões.

Esta análise tem suas limitações, que podem ser lapidadas pelo grau de certeza do especialista, pois o “ajuste” é humano, dependendo, portanto, da experiência diferente, por exemplo, de funções de regressão, que tem índices de ajuste mensuráveis e verificáveis, como coeficientes de determinação e análise de resíduos.

Se os fatores pertinentes à decisão não forem todos incluídos, havendo um de grande importância que não foi percebido para a análise, como avaliar este “desajuste”? Uma forma de verificação é comparar o resultado com sítios em que se tem o controle da variável objetivo.

Ocorrendo a representatividade dos fatores para a variável objetivo, mesmo com a não esgotabilidade dos mesmos, pode-se considerar os fatores utilizados como indicadores, com o princípio de representar as maiores inferências.

Uma forma de detecção de parâmetros indicadores e validação da AMC foi experimentada em Costa *et al.* (2003). Neste, o índice do grau de diversidade florística em função de parâmetros ambientais e antrópicos foi correlacionado com o número de espécies arbóreas e arbóreo arbustivas da caatinga. Neste estudo não foram obtidas correlações significativas na validação.

A subjetividade permeia todo o processo da AMC. Referente à contribuição de cada fator no modelo, os fatores devem ser hierarquizados de acordo com seu grau de importância, o que é feito por meio de pesos, ou coeficientes. Uma análise com um fator de maior restrição, ponderado inadequadamente, pode resultar na alocação de áreas impróprias como favoráveis. Este é um caso onde não foi possível manter a descompensação, por definição inadequada da hierarquização e dos pesos.

Uma característica importante do método refere-se à transformação dos fatores, da sua magnitude original para distribuições pertinentes ao objetivo, por meio do conhecimento. Estas transformações permitem adequar o relacionamento entre os fatores “explicativos” e a variável objetivo, a partir da manipulação das distribuições originais.

Como exemplo, tem-se um mapa de distância de estradas. Pode-se optar por uma transformação linear, em que o favorecimento à proximidade da estrada diminui com a distância, uniformemente, ou por uma transformação exponencial, em que a distância em determinada faixa decresce abruptamente, passando então para um decréscimo assintótico.

Outras fases do método, como a atribuição de pesos intrínsecos, também induzem à subjetividade no julgamento do especialista. E as diferentes percepções e experiências podem levar a resultados diferentes para um mesmo conjunto de dados.

Outra transformação necessária na aplicação do método é a uniformização ou padronização de escala. Um fator pode ter reduzido o seu grau de discriminação por sofrer uma redução de escala para padronização com outros fatores.

Um exemplo são os dados censitários com grande amplitude. A Densidade demográfica dos municípios brasileiros, que pode ser vista como indicadora de potencial de mercado consumidor, tem uma variação de aproximadamente 12.000 hab/km<sup>2</sup> (provavelmente um registro errado, mas presente no Censo Demográfico 2000) até próxima de zero, e precisa ser reescalada para a faixa 0-255 ou 0-1.

Esta perda de sensibilidade para variáveis de grande amplitude no conjunto de dados é uma limitação do método. No caso da densidade demográfica, a aproximação de dados com grandes amplitudes pode descaracterizar os dados para as grandes cidades, que tem as maiores demandas por produtos agrícolas, por exemplo.

É pouco comum, em resultados gerados por Sistemas Espaciais de Suporte à Decisão, fornecer resultados validados, dada a dificuldade em obter a “verdade de campo”. O desafio torna-se ainda maior, com o uso de dados de diferentes escalas e com a inserção de critérios subjetivos, inerentes às metodologias de suporte a decisão.

Neste trabalho, para a validação, foram consideradas informações da qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira (SPAROVEK, 2003), como indicadoras da “favorabilidade de terras para agricultura familiar”, assumindo que a agricultura praticada é de base familiar, com raras exceções no universo dos assentamentos.

O estudo de Sparovek (2003) teve como finalidade: a) uma forma de prestação de contas à sociedade sobre os resultados do investimento feito no programa de reforma agrária; b) contribuir na transição entre o atual e o futuro gestor da política agrária e fundiária; e c) sugerir índices tecnicamente justificados a partir dos quais a administração pública poderá vir a pautar a gestão de suas políticas.

Os índices de qualidade desenvolvidos por Sparovek (2003) para os projetos de assentamento (PA) utilizaram variáveis obtidas por questionários realizados em 4.483 PA.

Por meio destes índices foi possível avaliar cada projeto de assentamento com relação à qualidade de vida (QV), eficácia da reorganização fundiária (IF), articulação de organização social (IS), ação operacional (AO) e qualidade do meio ambiente (QA), numa abordagem local.

Pode-se considerar que estes índices indicam indiretamente a sustentabilidade social do assentamento, seu desempenho econômico, e a qualidade ambiental, tendo como base de desenvolvimento a agricultura familiar.

A pesquisa de Sparovek (2003) está inserida num contexto maior de ações implementadas pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), com o objetivo de aprimorar seus instrumentos e procedimentos de monitoramento, avaliação e execução, e foi realizada em parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), contando com o acompanhamento do IBGE e o apoio da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO).

O grupo que coordenou o trabalho pela USP foi o mesmo que desenvolveu o Sistema Integrado de Avaliação da Viabilidade das Terras para Reforma Agrária (SIATe) (SPAROVEK, *et. al.*, 2002, *apud* SPAROVEK, 2003).

Por tratar-se de um levantamento de campo com dados de questionários bem sistematizados, a base de informação desta pesquisa pode ser um indicador de melhores locais para projetos de agricultura familiar, medidos pelos assentamentos de maior qualidade.

A compatibilidade desta base de informação com os índices gerados pela AMC é fraca, pois a fonte de dados em Sparovek foi adequada ao estudo, enquanto que a base de dados utilizada na metodologia de suporte a decisão limitou-se a dados secundários disponíveis, de abrangência nacional, alguns deles indiretos, como os indicadores sociais e econômicos.

Ainda assim, é preciso pressupor a inexistência de causas não controladas nos questionários, como uma intervenção política de ordem pessoal, não mensurável pela capacidade de investimento ou administrativa do município, nível excepcional do componente social no assentamento, apoio de ONGs, extrativismo não sustentável dos recursos existentes, qualidade edáfica (não mensurada), dentre outros, que constituem *outliers* de desenvolvimento. Estes *outliers* podem refletir nos índices para determinados PAs, sem as devidas causas justificáveis.

Assim definiu-se a hipótese: A favorabilidade de terras para agricultura familiar gerada pela Análise Multicritério é consistente a ponto de se correlacionar com o índice de qualidade dos projetos de assentamento (PA), por Unidade Federativa.

## METODOLOGIA

A área geográfica abrange o território brasileiro, e a metodologia empregada foi a análise multicritério, para a favorabilidade de terras para agricultura familiar, em que a variável objetivo ( $S$ ) é um índice de favorabilidade, calculado pela agregação de critérios pelo método da combinação linear de pesos, WLC, sendo que os macro-indicadores ( $x_i$ ) são ponderados por pesos extrínsecos ( $w_i$ ), dado pela expressão:

$$S = \sum w_i * x_i$$

As etapas foram:

- Hierarquização e Seleção dos Fatores Indicadores;
- Definição de Pesos para os Fatores;
- Transformação dos Fatores;
- Integração temática pela AMC; e
- Validação da favorabilidade das terras para agricultura familiar pela qualidade dos assentamentos da Reforma Agrária Brasileira.

### Hierarquização e Seleção dos Fatores Indicadores

Nesta etapa, foram selecionados um conjunto de fatores (indicadores) com alguma relação de causa-efeito com a favorabilidade de terras para agricultura familiar (MENDES, 2001; FULLER *et al.*, 2002; COSTA *et al.* 2003).

Os indicadores pertinentes a favorabilidade relacionam-se às restrições ambientais, à qualidade do solo, às condições climáticas e topográficas, à infra-estrutura e aos indicadores socio-econômicos.

Com a investigação do tema, reuniões entre especialistas, consulta à literatura: “Qualidade dos Assentamentos da Reforma Agrária Brasileira” de Sparovek (2003), e ao “Sistema de Avaliação de Terras” (SIATe), desenvolvido pela Universidade de São Paulo - USP, com a finalidade de auxiliar o INCRA em processos de desapropriação ([http://www.ufrgs.br/pgdr/textosabertos/livro\\_pdf.pdf](http://www.ufrgs.br/pgdr/textosabertos/livro_pdf.pdf)), foram selecionados e hierarquizados os critérios propostos na análise, descritos na Tabela 1.



**Tabela 1** - Indicadores com seus respectivos níveis de análise, formatos e fonte de dados.

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Fonte
FAVORABILIDADE DE TERRAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR	CLASSES AGROPEDO ECOLÓGICAS	Classes Pedoecológicas	Classes Agroecológicas	Polígonos do Delineamento Macro-Agroecológico do Brasil (Embrapa, 1991).
			Textura	Polígonos do Mapa de solos do Brasil escala 1:5.000.000 (Embrapa, 1981), atualizado com informações de recentes estudos de mapeamento de solos de áreas de baixa atuação antrópica, como o sudoeste do Estado do Amazonas, parte dos Estados de Rondônia e Acre e a região do Baixo Parnaíba.
			Valor T	
			Fertilidade	
			Drenagem	
		Relevo		
		Clima (Indicador precipitação anual)		Estações Meteorológicas do INMET.
	Produtividade (Indicador Cultura do milho)		Dados municipais do Censo Agropecuário 1995 <a href="http://www.sidra.ibge.gov.br">http://www.sidra.ibge.gov.br</a>	
	INFRA ESTRUTURA	Rodovias Federais e Estaduais		<a href="http://www.gismaps.com.br/transportes/transporte.htm">http://www.gismaps.com.br/transportes/transporte.htm</a>
		Sedes Municipais		Malha municipal CD-ROM IBGE
	SÓCIO ECONOMIA	Densidade Demográfica Urbana (hab/Km <sup>2</sup> )		Dados municipais do Censo Demográfico 2000 <a href="http://www.sidra.ibge.gov.br">http://www.sidra.ibge.gov.br</a>
		Índice de Renda (IDH 2000)		Dados PNUD <a href="http://www.undp.org/hdr2000/spanish/HDR2000.html">http://www.undp.org/hdr2000/spanish/HDR2000.html</a>
		Índice de Educação (IDH 2000)		Dados PNUD <a href="http://www.undp.org/hdr2000/spanish/HDR2000.html">http://www.undp.org/hdr2000/spanish/HDR2000.html</a>
		Fator Receita/Despesa Municipal 2000 (per capita) <sup>1</sup>		Banco de dados do Tesouro Nacional <a href="http://www.tesouro.fazenda.gov.br/estados_municipios/index.asp">http://www.tesouro.fazenda.gov.br/estados_municipios/index.asp</a>
		Unidades de Conservação Federais		Dados do IBAMA <a href="http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/mapaspr.html">http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/mapaspr.html</a>
RESTRIÇÕES* AMBIENTAIS		Áreas Prioritárias para Conservação		Fidalgo & Costa (2004)
		Terras indígenas		IBGE/FUNAI <a href="http://www.gismaps.com.br/ambiente/ambiente.htm">http://www.gismaps.com.br/ambiente/ambiente.htm</a>

<sup>1</sup>Municípios sem registro de receitas e despesas (16%), foram considerados com balanço nulo.

### Definição de Pesos para os Fatores Indicadores

Para fatores qualitativos foi necessário atribuir pesos intrínsecos às classes, e para os demais foram aplicadas transformações por lógica nebulosa.

A atribuição de pesos extrínsecos ( $w_i$ ) aos fatores, de acordo com seu grau de importância, é feita com o auxílio da AHP (*Analytical Hierarchy Process*), permitindo o cálculo dos pesos para cada fator, conforme os graus de hierarquia entre os mesmos, par a par, extraídos de uma escala de 9 pontos (SAATY, 1977) entre as amplitudes designadas como “fator extremamente mais importante que outro fator” e “fator extremamente menos importante que outro fator”.

A AHP gera os respectivos pesos finais e um índice de consistência (EASTMAN, 2003). Caso não seja atendido o limiar mínimo de consistência, a hierarquização precisa ser refeita.

### **Transformação dos Fatores Indicadores**

Os fatores foram transformados de forma a compatibilizar suas distribuições com objetivo, para que os mesmos sejam correlacionados positivamente. Por causa das diferentes escalas em que cada fator é mensurado ou categorizado, os fatores foram normalizados para uma escala contínua (1 *byte*) 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 (EASTMAN, 2003).

### **Integração temática pela AMC - Classes Agropedoecológicas - Nível 2**

A AMC, para gerar o macroindicador “classes agropedoecológicas”, considerou fatores de solo, topográfico, climático, de produção e ambientais; este último inferido pelas classes agroecológicas.

Numa primeira etapa foi gerada a “favorabilidade pedoecológica”, com os fatores do nível 4, classes agroecológicas, fertilidade, relevo, drenagem, textura e atividade da argila (Valor T). Os riscos ambientais para o uso e ocupação das terras, foram considerados pelas classes agroecológicas (EMBRAPA, 1991) estabelecidas a partir dos dados do “Mapa de Solos do Brasil” (EMBRAPA, 1981). E, numa segunda análise, foi gerado o macroindicador “classes agropedoecológicas”, integrando-se os fatores clima e produtividade do milho.

O indicador climático, precipitação anual (mm), foi obtido de uma série histórica de 30 anos de estações meteorológicas do INMET. A espacialização desses dados foi obtida pelo método de interpolação da Krigagem. Com o modelo numérico de precipitação, foi aplicada uma transformação para adequar a precipitação à distribuição de favorabilidade de níveis de pluviosidade para agricultura.

Estabeleceu-se, com base em zoneamentos agroclimáticos de culturas, que a quantidade ótima de chuvas está entre os limiares mínimos e máximos de 1200 a 1800 mm,

relegando aos extremos as condições de estresse hídrico e encharcamento do solo, para a maioria das culturas. Desta forma, aplicou-se a função sigmoïdal com pontos de inflexão  $a = 400$ ,  $b = 1200$ ,  $c = 1800$ ,  $d = 3000$ , para efetuar a transformação e normalização dos dados de pluviosidade.

Para o indicador de **produtividade**, elegeu-se a cultura do milho, pela exigência de fertilidade do solo, e pela tradicionalidade e abrangência da cultura no território brasileiro. A produtividade foi obtida pelo cálculo da produção por área plantada (ton/ha) por município, extraída do Censo Agropecuário de 1995 do IBGE, que foi transformada para a escala de 0 a 255 níveis por uma função linear.

Após a análise realizada com a matriz de pesos, par a par (técnica AHP), foram obtidos os pesos para cada fator.

## **Infra-estrutura – Nível 2**

O critério, Infra-estrutura, teve como finalidade apontar áreas favoráveis para o escoamento da produção, deslocamento, aquisição de insumos, colocação da produção no mercado, assistência técnica, mercado de trabalho, acesso à educação, à saúde e à cultura, tendo como indicadores a proximidade de rodovias federais e estaduais e de sedes municipais.

Os fatores sofreram transformações por operadores de distância e lógica nebulosa. Assim, a distância das **rodovias federais e estaduais** decaiu em uma função J-invertido até 100 km quando torna-se inviável a instalação de projetos agrícolas. Este limiar máximo é uma constatação da própria ocupação na região amazônica, onde os povoados localizam-se no máximo a 100 km das estradas.

As **sedes municipais** tiveram como finalidade favorecer o suporte urbano. Suponha-se que ocorreram sinistros na lavoura, o preço do produto teve queda acentuada, ou a própria sazonalidade, inerente à atividade, levou o produtor a uma descontinuidade na renda.

A proximidade da sede pode proporcionar uma alternativa de renda com empregos temporários. Outras necessidades, como a assistência técnica, a compra de mantimentos, o atendimento médico, e o lazer, podem ser facilitadas conforme a proximidade do projeto de agricultura familiar à sede municipal, assim como o acesso dos filhos às escolas da sede, melhores gerenciadas e equipadas.

Por outro lado, uma distância periférica do estabelecimento à zona urbana pode acarretar alguns problemas como: furtos, invasões, danos e pressão imobiliária. Desta forma, com as transformações, a distância da sede assume uma curva sigmoïdal com pontos de inflexão em 1, 10, 30 e 50 km, o que significa uma faixa ótima entre 10 e 30 km.

## Sócio-economia – Nível 2

O macroindicador que reúne fatores socio-econômicos teve a finalidade de indicar as áreas, socio-economicamente, mais estáveis. O fator **HabUrban/km<sup>2</sup>** foi obtido pela razão entre a população urbana e a área do município, e teve a função de expressar as áreas de maior concentração populacional urbana, onde se presume haver uma maior demanda do mercado interno por produtos agrícolas.

Os índices de renda e de educação (**IndRenda**, **IndEducação**) são componentes do Índice de Desenvolvimento Humano da ONU de 2000 (IDH 2000), e tiveram como finalidade indicar os locais mais promissores com relação ao suporte econômico e educacional.

No caso dos projetos de assentamento, os serviços públicos básicos são fornecidos parcialmente pelo órgão executor da política fundiária (INCRA ou órgão estadual). Os assentados recorrem ao órgão público mais próximo, à Prefeitura Municipal e à Câmara de Vereadores para eventuais complementações (SPAROVEK, 2003).

Embora este passivo da infra-estrutura dependa de vários fatores, considera-se o dinheiro em caixa para novos investimentos e a eficiência administrativa os principais indicadores de ações municipais voltadas ao projeto.

Desta forma, o saldo das contas municipais no exercício de 2000, rateado por habitante (*per capita*), **receitadespes2000** (balanço entre receitas e despesas no ano de 2000) constituiu-se em um indicador da capacidade administrativa para manutenção e ampliação do atendimento à população, para responder ao aumento da demanda por serviços públicos pelos assentados, e a novos investimentos para projetos de apoio ao desenvolvimento do assentamento.

## **Favorabilidade de Terras para Agricultura Familiar – Nível 1**

Esta etapa finaliza a favorabilidade de terras para agricultura familiar, considerando os macroindicadores “classes agropedoecológicas”, “infra-estrutura” e “socio-economia”.

### **Validação da favorabilidade das terras para Agricultura Familiar pela qualidade dos assentamentos da Reforma Agrária Brasileira**

Para validação da favorabilidade das terras para agricultura familiar foi preciso definir a unidade de resolução de maior generalização entre os levantamentos, a Unidade Federativa (UF), pois o método da AMC utiliza o pixel de 1 km<sup>2</sup>, e Sparovek (2003) disponibiliza os índices de qualidade dos assentamentos por UF.

A grande área de alguns estados, e a variação de tamanho resulta em menor precisão para os maiores estados. Como o estudo é estratégico, foi construído com macrovariáveis, não havendo a pretensão de indicar áreas para alocar projetos de agricultura familiar, mas sim de prospectar grandes regiões com maior probabilidade de condições favoráveis para estudos mais detalhados, procedeu-se a comparação por Unidades da Federação.

Os índices de favorabilidade dos macroindicadores foram sumarizados pela média, nos assentamentos ocorrentes na UF; referindo-se, portanto, aos locais de assentamento, e não a toda a área do Estado.

A favorabilidade de terras para agricultura familiar foi submetida a uma validação metodológica em duas etapas:

1. Exploração das variáveis de depleção (SPAROVEK, 2003) e sua relação com os respectivos índices de qualidade; e
2. Comparação dos resultados da metodologia AMC com os índices de qualidade de Sparovek.

A etapa 1 teve a finalidade de explorar as relações entre os índices de qualidade e suas variáveis construtoras (de depleção), para melhor compreender as possíveis relações com os macroindicadores, e a etapa 2 teve a finalidade de validar o resultado gerado pela AMC.

A comparação entre AMC e os índices de qualidade dos assentamentos foi feita por meio de associações entre variáveis pelo coeficiente de correlação de postos de

Spearman (SIEGEL, 1956) com níveis de probabilidade de rejeição,  $p < 0,05$ , não paramétrico, devido à característica ordinal de dados de origem.

A construção dos índices: qualidade de vida (QV), eficácia da reorganização fundiária (IF), articulação de organização social (IS), ação operacional (AO) e qualidade do meio ambiente (QA), descrita em Sparovek (2003) segue a regra de dedução, em relação à unidade, do somatório das variáveis de depleção ponderadas por pesos, cada qual formulada a partir da quantificação das respostas dadas nos questionários aplicados em cada projeto de assentamento.

### Um exemplo (SPAROVEK, 2003)

O IF caracteriza a situação fundiária da área após a intervenção do governo. Quanto mais próxima do objetivo inicial do projeto, maior será o índice, sendo 100 o valor ideal. O cálculo do IF utiliza os seguintes parâmetros: a) capacidade de assentamento (Q4); b) número atual de famílias (Q21); c) lotes vagos (Q22); d) aglutinação de lotes (Q26); e) área não parcelada (Q27); f) área total (Q3); APP (Q6); h) RL (Q7); e i) área não explorada (Q28).

$$IF = \left[ 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^5 IF_i A_i}{\sum_{i=1}^5 A_i} \right) \right] * 100$$

sendo  $A_1, A_2, A_3, A_4$  e  $A_5$ , os pesos referentes aos índices de depleção, IFs:

$$IF_1 = 1 - \left( \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n_{21}} Q21_i}{n_4}}{\sum_{i=1}^{n_4} Q4_i} \right)$$

$$IF_2 = 1 - \left( \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n_{22}} Q22_i}{n_4}}{\sum_{i=1}^{n_4} Q4_i} \right)$$

$$IF_3 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{n_{26}} Q26_i}{n_4}}{\sum_{i=1}^{n_4} Q4_i}$$

$$IF_4 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{27}} Q_{27_i}}{n_{27}} \quad IF_5 = \left( \frac{\sum_{i=1}^{n_{28}} Q_{28_i}}{100} \right)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n_3} Q_{3_i}}{n_3} - \frac{\sum_{i=1}^{n_6} Q_{6_i}}{n_6} - \frac{\sum_{i=1}^{n_7} Q_{7_i}}{n_7}$$

em que  $Q_{3_i}$ ,  $Q_{4_i}$ ,  $Q_{6_i}$ ,  $Q_{7_i}$ ,  $Q_{21_i}$ ,  $Q_{22_i}$ ,  $Q_{26_i}$ ,  $Q_{27_i}$  e  $Q_{28_i}$  e  $n_3$ ,  $n_4$ ,  $n_6$ ,  $n_7$ ,  $n_{21}$ ,  $n_{22}$ ,  $n_{26}$ ,  $n_{27}$  e  $n_{28}$  se referem às variáveis e o número de respostas válidas correspondentes às questões 3, 4, 6, 7, 21, 22, 26, 27 e 28 do formulário de entrevista (Anexo em SPAROVEK, 2003), respectivamente; e  $i$  ao número de ordem da  $i$ -ésima resposta válida.

Para padronizar as datas das fontes de dados dos macroindicadores com o estudo de Sparovek, decidiu-se obter a média aritmética entre os dois períodos de análise dos PAs (1985 a 1994 e 1995 a 2001). O uso do período mais atual, apenas de melhor aproximação com as datas dos fatores sócio-econômicos utilizados, poderia não condizer com o tempo suficiente para a consolidação do assentamento, e a média ponderada pelos períodos utilizados iria tender os dados para o período mais antigo, por ter sido o mais longo.

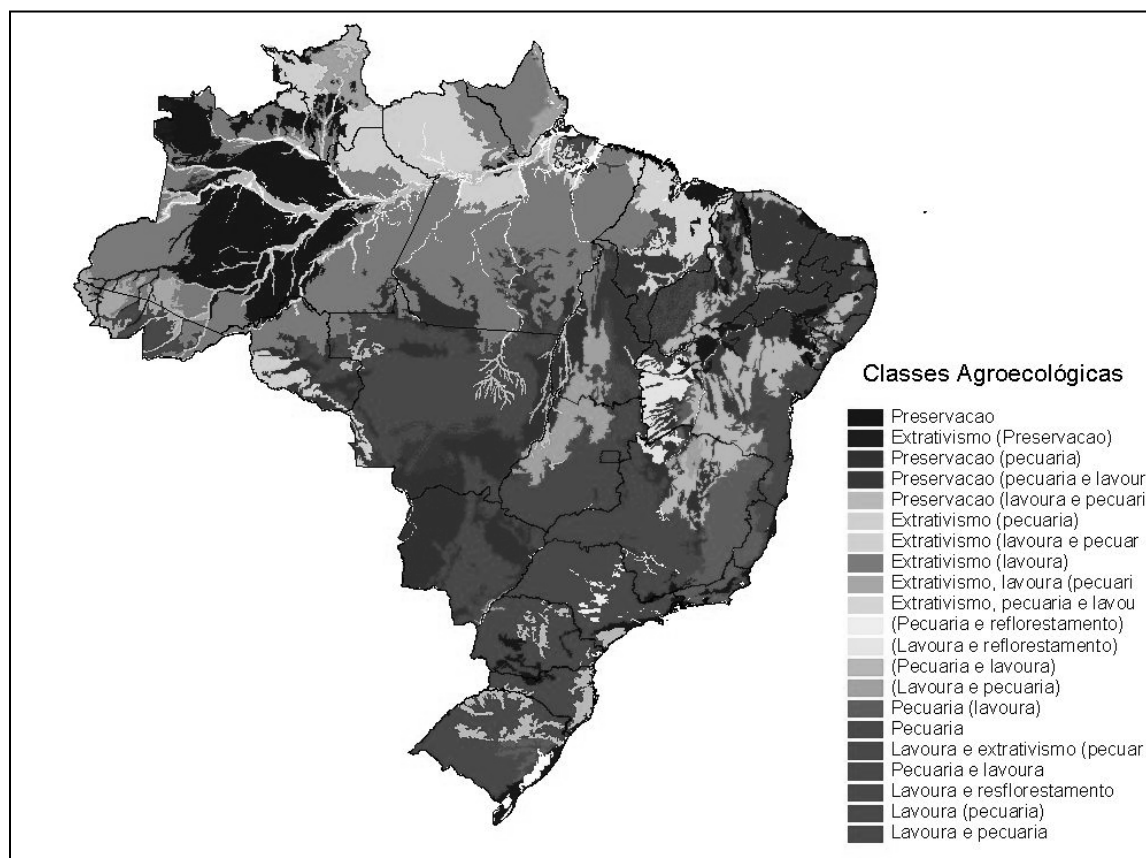
### O IMQPA (Índice Médio de Qualidade dos Projetos de Assentamento)

Para validar a favorabilidade de terras para agricultura familiar, criou-se uma variável que agregasse os parâmetros relativos à qualidade do assentamento, considerando todos os índices que respondem às condições favoráveis ou não do ambiente (terra, clima), 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 depleção 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 PÁS”,  $IMQPA = (AO + IF + IS + QA + QV) \div 5$ , que é a média aritmética entre os índices desenvolvidos em Sparovek.

## RESULTADOS

Na Figura 2 são mostradas as classes agroecológicas, em polígonos representados pela classe dominante, podendo englobar outras classes secundárias.



**Figura 2** - Classes agroecológicas. Fonte: Embrapa, 1991.

Nota-se que as regiões norte e nordeste do Brasil, no geral; o entorno dos grandes rios da região norte e sudoeste da Bahia e o Pantanal, são regiões consideradas ambientalmente de risco ao uso agropecuário, enquanto as áreas das regiões sul, sudeste, centro-oeste e parte do Acre, são as mais favoráveis a este uso.

Os pesos intrínsecos dados ao fator “classes agroecológicas” tiveram a finalidade de ponderar preferencialmente as áreas com potencial agrícola e pecuário e desfavorecer as áreas de preservação. As notas atribuídas são listadas na Tabela 2.



**Tabela 2** - Notas dadas às classes agroecológicas.

Classe	Classes Agroecológicas	Nota
1	Lavoura e Pecuária; Lavoura (Pecuária); Lavoura e Reflorestamento; Pecuária e Lavoura; Lavoura e Extrativismo (Pecuária); Pecuária; Pecuária (Lavoura); (Lavoura e Pecuária); (Pecuária e Lavoura); (Lavoura e Reflorestamento); (Pecuária e Reflorestamento)	100
2	Extrativismo, Pecuária e Lavoura; Extrativismo, Lavoura (Pecuária); Extrativismo (Lavoura)	40
3	Extrativismo (Lavoura e Pecuária)	35
4	Extrativismo (Pecuária)	30
5	Preservação (Lavoura e Pecuária)	5
6	Preservação (Pecuária e Lavoura)	4
7	Preservação (Pecuária)	3
8	Extrativismo (Preservação)	2
9	Preservação	1

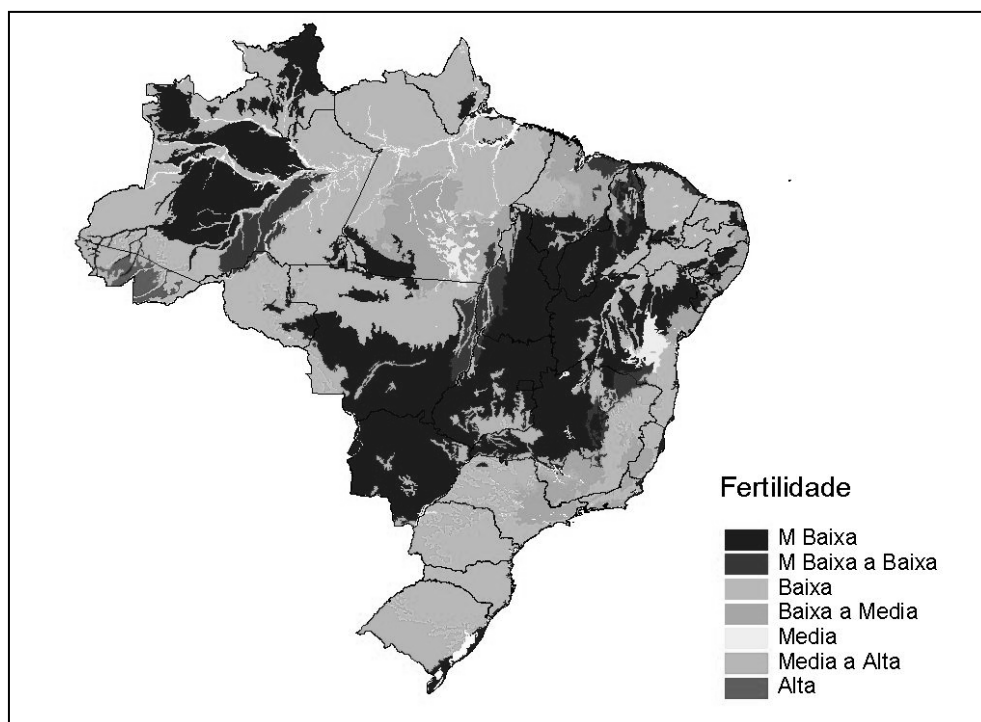
( ) significa restrição para a classe

## Fertilidade

Para a caracterização das classes de fertilidade, foram consideradas as características relacionadas:

- a saturação de bases trocáveis (eutrofismo e distrofismo);
- a presença de alumínio trocável, em teores prejudiciais ao desenvolvimento da maioria das culturas;
- a presença de sais solúveis e/ou sódio trocável, em teores elevados;
- a presença de características físicas e morfológicas que conduzam a acumulação de sais solúveis e, conseqüente, à salinização das terras; e
- a capacidade de troca catiônica e de adsorção de ânions, inferidas pela atividade da fração argila e dos teores de óxidos presentes.

O mapa de distribuição das classes de **fertilidade** natural (Figura 3) mostra as condições de fertilidade, onde o elevado intemperismo, na alteração do material originário dos solos e a lavagem intensa a que eles estão submetidos, favorecem a ocorrência de solos com baixos teores de bases trocáveis e dominância entre os cátions presentes nos íons responsáveis pela acidez ( $H^+$  e  $Al^{+++}$ ).



**Figura 3** - Classes de fertilidade. Adaptado de Embrapa (1981).

Somente nas poucas áreas em que o material originário é extremamente rico em minerais de constituição básica ou desenvolvida em temperaturas mais amenas, ou ainda, de muito baixa precipitação, a fertilidade natural classifica-se como alta. De acordo com este mapa, nota-se que a concentração das terras de melhor fertilidade para o fim proposto encontra-se nas regiões Sul e Sudeste e em parte da região Nordeste.

A região do Brasil Central, dominada pelos solos mais intemperizados e normalmente designados como solos de vegetação de cerrado, apresenta-se com fertilidade baixa ou muito baixa, sendo a região brasileira de maior ocorrência de solos com domínio da troca aniônica e, portanto, de valores muito baixos de elementos nutritivos como cálcio, magnésio e potássio.

Atualmente, estas condições não são mais impeditivas para o desenvolvimento da produção agrícola tecnicizada, de larga escala, dando suporte hoje à produção de grãos voltada para exportação brasileira, com alta produtividade; mas permanece limitante à produção da agricultura familiar, na qual é previsto o baixo uso de insumos, não possibilitando, portanto, a correção dos graves problemas nutricionais das culturas, comuns nos solos desta região.

Na região Norte, onde domina a vegetação de Floresta Tropical Úmida, ocorrem solos considerados de baixa a média fertilidade, nas condições atuais onde a reciclagem de nutrientes é intensa e permanente. São considerados solos frágeis, com baixa a muito baixa capacidade de troca catiônica de suas argilas; que podem, com a retirada da vegetação florestal e o uso mais intensivo de culturas, entrar em rápido processo de degradação, com elevada taxa de mineralização da matéria orgânica, lavagem das poucas bases existentes e aumento substancial da intemperização, com a formação residual de concreções ferruginosas. As notas atribuídas às respectivas classes de fertilidade são apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Notas atribuídas às classes dos fatores de solo e topográfico.

Fertilidade	Nota	Solo		Textura	Nota	NotaTa*	NotaTb*	Relevo	
		Drenagem	Nota						Nota
Alta	100	Bem drenado	100	Média	100	100	40	Plano	100
Média	75	Moderadamente drenado	75	Siltosa	80	60	80	Suave ondulado	90
Baixa	50	Imperfeitamente drenado	50	Argilosa	60	80	60	Ondulado	60
Muito baixa	25	Mal drenado	25	Muito argilosa	40	-	80	Forte ondulado	30
				Arenosa	20	-	20	Forte ondulado a montanhoso	20
				Indiscriminada	10	-	20		

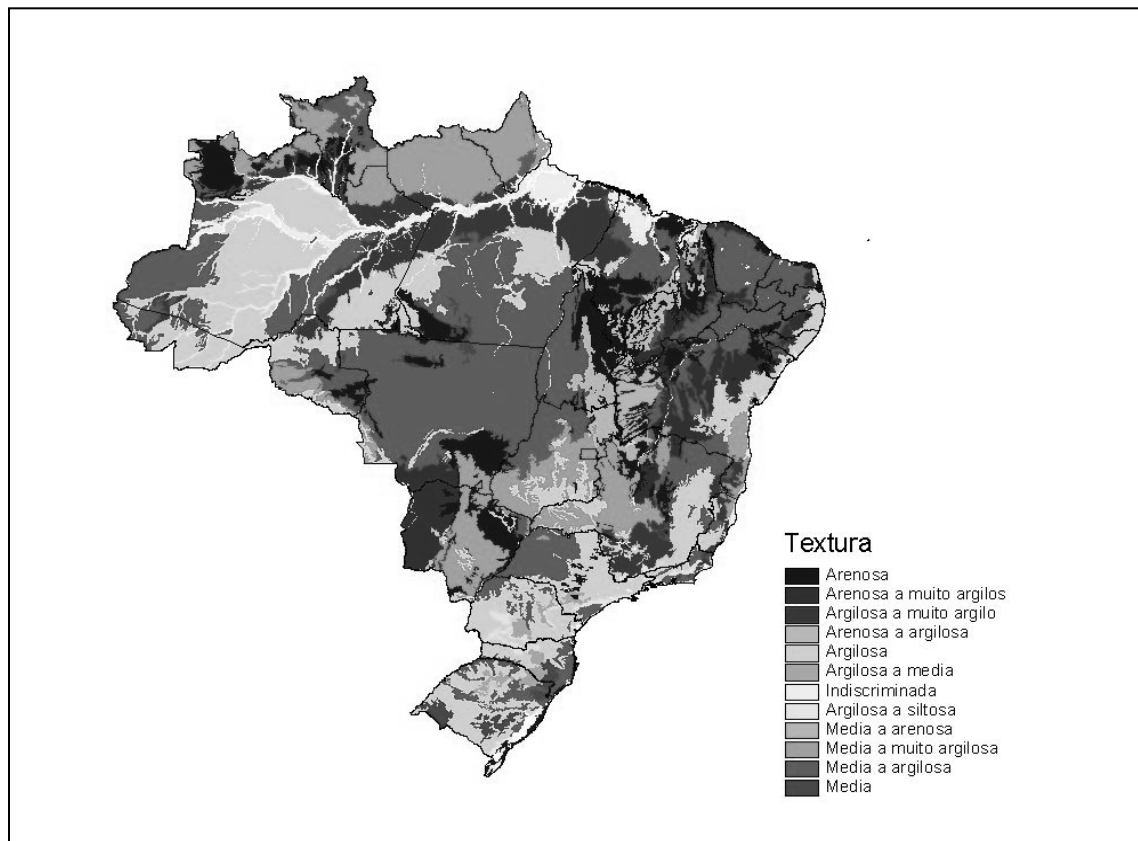
\* em relação à textura.

## Textura

Outras características dos solos, importantes à produção agrícola são a textura (Figura 4) e a atividade da argila. Esta última, medida pela capacidade de troca catiônica da terra fina seca ao ar (TFSA), descontado o equivalente à troca do carbono orgânico.

Texturas intermediárias foram consideradas mais favoráveis a este tipo de agricultura, pelo fato de contribuírem com valores de retenção de umidade e de relação de volumes mais adequados ao desenvolvimento das plantas e ao manejo dos solos. As classes extremas, como as arenosas (baixa retenção de água e de nutrientes) e as muito argilosas (risco de compactação e de encharcamento) são consideradas as menos

favoráveis. Foram definidas seis classes, com pesos que variam de 100 para a textura média a 10 para a textura indiscriminada (Tabela 3).



**Figura 4** - Classes de textura. Adaptado de Embrapa (1981).

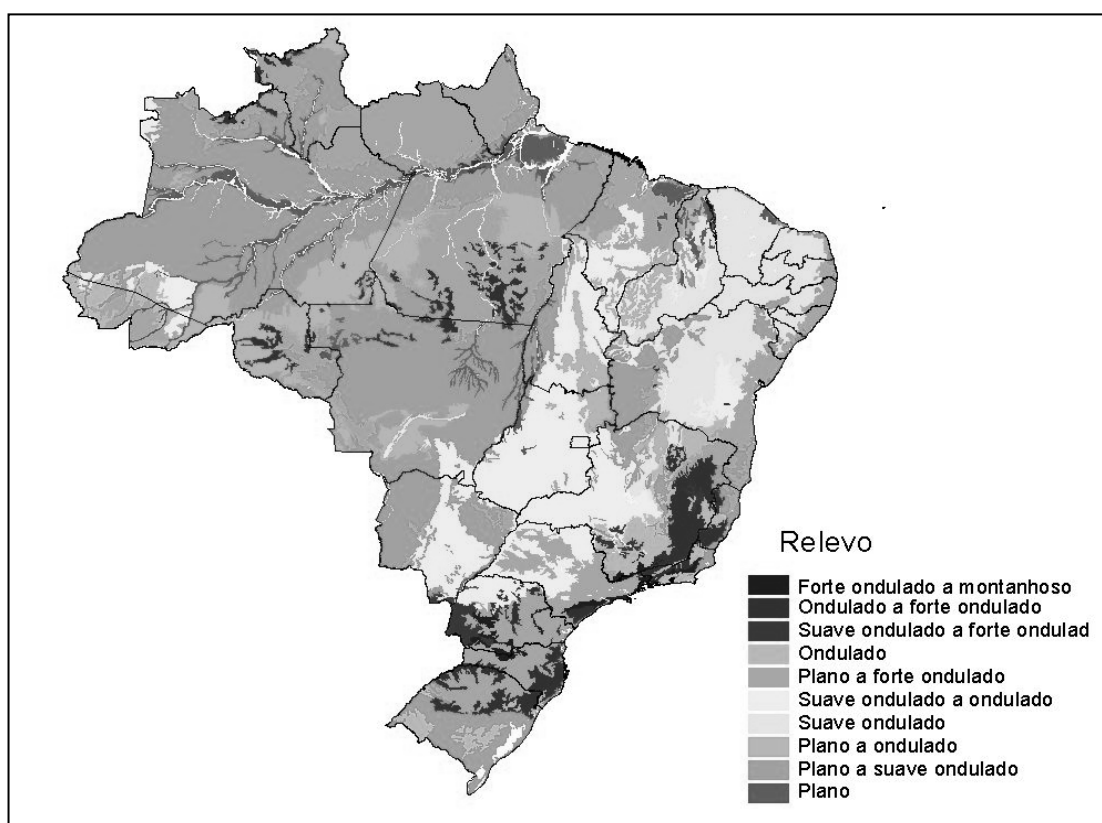
A atividade da argila diferenciada em Ta (atividade alta) e Tb (atividade baixa) é uma das mais importantes características do solo como indicadora de favorabilidade ou não para o manejo de solos tropicais. Está associada à gênese das características morfológicas e às propriedades físicas e químicas no manejo do solo (relação de volumes, adensamentos, compactações, fertilidade, saturações de cátions trocáveis, etc.). Há também dependência do teor de argila presente.

Assim, optou-se nesta avaliação por utilizar como indicador a relação entre a atividade da argila e a textura presente e dominante na unidade de mapeamento.

No caso, a combinação da textura média com a argila de atividade alta foi considerada a de maior favorabilidade, enquanto a atividade baixa com a textura arenosa ou indiscriminada foram as combinações menos favoráveis (Tabela 3).

## Relevo

O mapa de **relevo** dominante das terras brasileiras (Figura 5) mostra para as regiões Norte e Centro-Oeste as condições mais planas e suaves onduladas e, portanto, mais favoráveis ao desenvolvimento da exploração agropecuária, em especial para produção de culturas anuais de grãos.



**Figura 5** - Classes de relevo. Adaptado de Embrapa, 1981.

A região Norte é caracterizada pela uniformidade de relevos planos e suaves, impostos pela aparência de uniformidade do ápice da vegetação florestal tropical úmida. A região Sudeste e grande parte da região Sul apresentam relevos movimentados de domínio das formas onduladas e forte onduladas. Embora não sejam relevos tão impeditivos, são limitações para a força de trabalho familiar e elevam o risco de perdas por processos erosivos.

A região Nordeste, em especial o sudoeste da Bahia, desponta com condições favoráveis para o desenvolvimento deste tipo de agricultura, com seus relevos planos e suaves ondulados.

As formas de relevo foram agregadas em cinco classes de favorecimento ou limitação, com a atribuição de pesos relativos. A classe forte ondulada a montanhosa permaneceu como a de maior limitação. Na classe forte ondulada foram anexadas as terras com relevo ondulado a forte ondulado e suave ondulado a forte ondulado, face às limitações que elas oferecem ao manejo das terras pelos agricultores, e os conseqüentes riscos de degradação.

Na classe de relevo ondulado, que para este tipo de agricultura é considerada como de limitação moderada, agregou-se as terras de relevo suave ondulado a ondulado e de relevo plano a forte ondulado.

Como indicador de pequena limitação ao desenvolvimento desta prática agrícola foram consideradas as terras de relevo suave ondulado e plano a ondulado, que agregam-se para fins de atribuição de peso em uma só classe denominada de suave ondulado.

Finalmente, na classe de relevo plano, de menor limitação para o desenvolvimento desta agricultura, agregaram-se as terras de relevo plano a suave ondulado, com o peso mais elevado entre todos (Tabela 3).

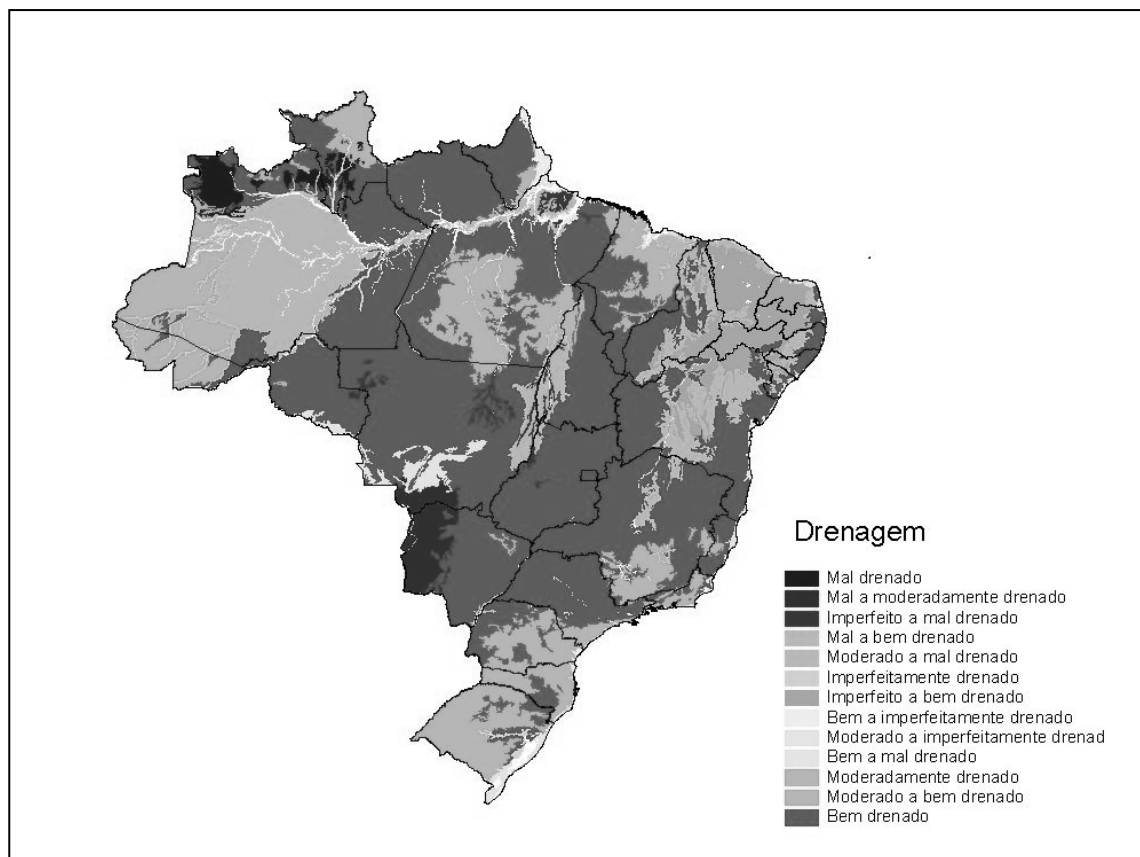
## **Drenagem**

Os conceitos utilizados para o estabelecimento dos diferentes graus de **drenagem** (Figura 6) foram os mesmos do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Foi dada ênfase na interpretação do risco das terras serem submetidas a inundações periódicas ou permanentes, uma vez que este tipo de agricultor não dispõe de condições para executar obras de drenagem.

Como este risco é limitante à sustentabilidade do processo produtivo, caracteres como relevo abaciado entre drenagens naturais; horizontes cimentados ou semi-impermeáveis próximos à superfície dos solos e a presença de concreções ou pedregosidade em relevos planos e suaves ondulados nos horizontes subsuperficiais, conduziram a interpretação para as classes mais limitantes, como muito mal drenada ou imperfeitamente drenada.

Na maioria das regiões brasileiras são poucas as terras de drenagem impeditiva a este processo produtivo. As terras muito mal drenadas estão normalmente relacionadas

aos relevos abaciaos litorâneos, região da Ilha do Bananal e Bioma Pantanal, e as terras baixas inundáveis dos grandes rios amazônicos.



**Figura 6** - Mapa de classes de drenagem. Adaptado de Embrapa (1981).

As terras do Brasil Central em condições naturais são bem drenadas. No entanto, o processo produtivo de elevado uso de maquinarias ou de sobre pastoreio, podem conduzir a graves impedimentos de percolação vertical da água favorecendo a percolação lateral e escoamento superficial, que conduzem à formação de sulcos e voçorocas em poucos anos de uso. Esta condição é agravada devido às características de atividade baixa das argilas dominantes nestes solos e a elevada taxa de decomposição da matéria orgânica em superfície.

Na região Nordeste as terras aparecem como moderadamente ou mal drenadas. Nesta região, são dominantes os solos rasos e pedregosos, com a presença de horizontes adensados e impermeáveis; limitação que pode causar a salinização das terras nos grandes perímetros irrigados nordestinos.

Para o indicador **drenagem** as classes que aparecem na Figura 6 foram agrupadas em quatro classes distintas que receberam pesos relativos de 100 para a melhor delas (bem drenado) e 25 para a pior (mal drenado) (Tabela 3).

### Classes Pedoecológicas – Nível 3

A análise multicritério, considerando os indicadores anteriormente discutidos com seus pesos relativos (Tabelas 2 e 3), e a hierarquização da importância dos fatores, par a par, com seus pesos finais atribuídos pela técnica AHP (Tabelas 4 e 5) geraram o mapa de distribuição das classes pedoecológicas (Figura 7), considerando-se o foco da agricultura familiar, o baixo a médio uso de insumos e maquinarias.

**Tabela 4** - Hierarquia de importância entre os fatores do nível 4 (para classes pedoecológicas), entre os fatores do nível 3 (para classes agropedoecológicas), e para a “favorabilidade de terras para agricultura familiar”.

<b><u>Classes Pedoecológicas</u></b>	Classes Agroecológicas	Fertilidade	Relevo	Drenagem	Textura	Valor T (Ta, Tb)
Classes Agroecológicas	1					
Fertilidade	1	1				
Relevo	1/3	1/3	1			
Drenagem	1/3	1/3	1	1		
Textura	1/5	1/5	1/3	1/3	1	
Valor (Ta, Tb)	1/3	1/3	1	1	3	1
<b><u>Classes Agropedoecológicas</u></b>	Classes Pedoecológicas	Pluviosidade	Produtividade			
Classes Pedoecológicas	1					
Pluviosidade	1/3	1				
Produtividade	1/5	1/3	1			
<b><u>Favorabilidade de Terras para Agricultura Familiar</u></b>	Classes Agropedoecológicas	Infra Estrutura	Sócio-Economia			
Classes Agropedoecológicas		1				
Infra Estrutura		1/3		1		
Sócio-Economia		1/3		1		1



**Tabela 5** - Pesos para os fatores utilizados na integração temática: “classes pedoecológicas”, “agropedoecológicas” e “favorabilidade de terras para agricultura familiar”, resultantes da técnica AHP.

<b>Nível</b>	<b>Fator</b>	<b>Peso Final</b>
<b>3</b>	<b><u>Classes Pedoecológicas</u></b>	<b>0,60</b>
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
<b>2</b>	<b><u>Classes Agropedoecológicas</u></b>	<b>0,60</b>
<b>3</b>	<b>Classes Pedoecológicas</b>	<b>0,60</b>
<b>3</b>	<b>Pluviosidade</b>	<b>0,25</b>
<b>3</b>	<b>Produtividade Milho</b>	<b>0,15</b>
<b>1</b>	<b><u>Terras Agricultura Familiar</u></b>	
<b>2</b>	<b>Classes Agropedoecológicas</b>	<b>0,60</b>
<b>2</b>	<b>Infra-estrutura</b>	<b>0,20</b>
<b>2</b>	<b>Sócio-economia</b>	<b>0,20</b>

Verifica-se que, com relação às características pedoecológicas, as regiões brasileiras mais favoráveis para o desenvolvimento deste tipo de agricultura são as do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, à exceção de pequenas áreas das regiões Norte, no Estado do Acre, e Nordeste, nas baixadas e planícies litorâneas.

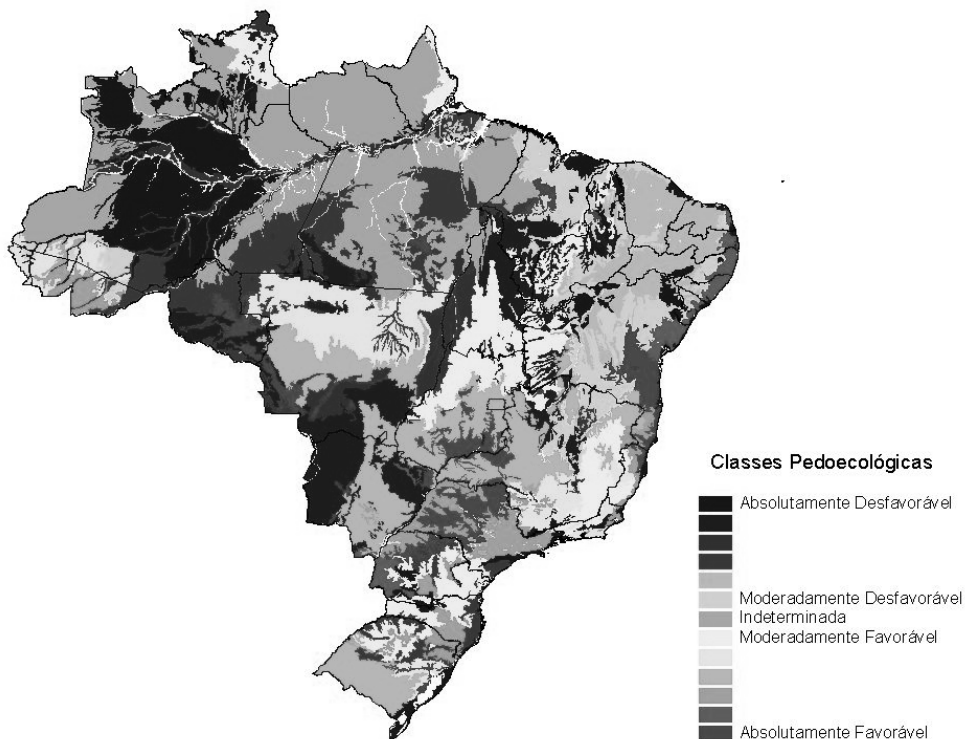
### **Classes Agropedoecológicas - Nível 2**

A Análise multicritério, para gerar as “classes agropedoecológicas”, utilizou os fatores “precipitação anual” (Figura 8), e “produtividade do milho” (Figura 9) e as “classes pedoecológicas” (Figura 7), após a hierarquização da importância dos fatores para obtenção dos seus pesos finais, apresentados na Tabelas 4 e 5.

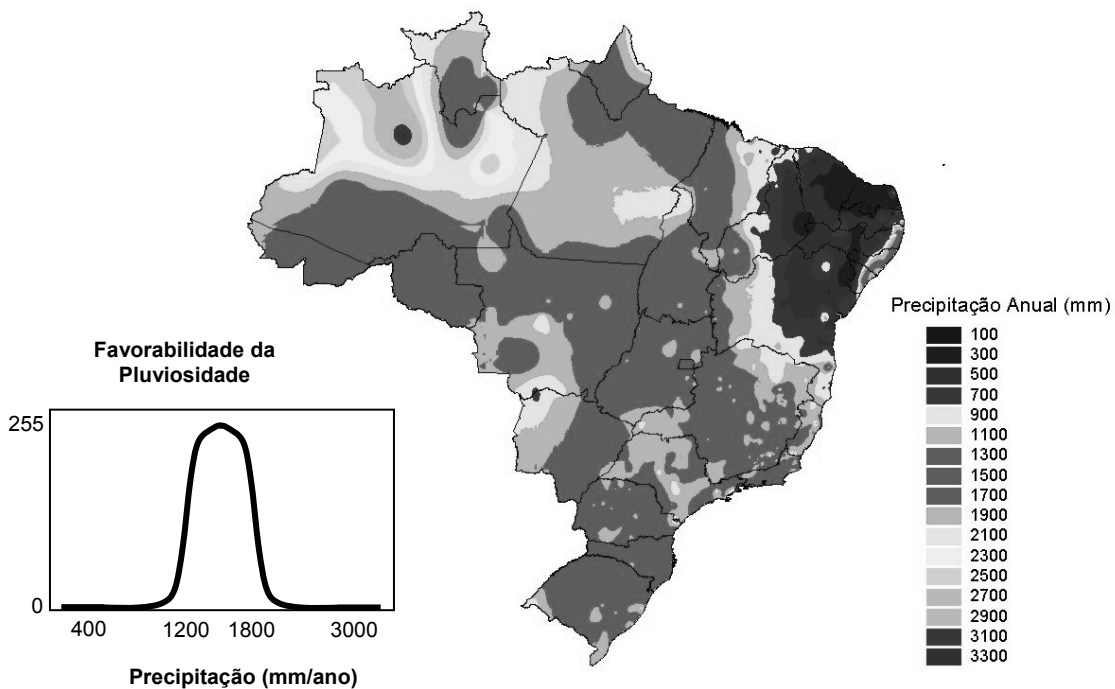
As classes agropedoecológicas são apresentadas na Figura 10, distribuídas entre as “absolutamente não favoráveis” e as “absolutamente favoráveis” à produção agropecuária no sistema de agricultura familiar.

Verifica-se que as terras menos favoráveis concentram-se nas regiões Norte e Nordeste, pois refletem os fatores limitantes de escassez ou excesso de chuvas, baixa fertilidade de solo, baixos níveis de produtividade, dentre outros. As melhores condições

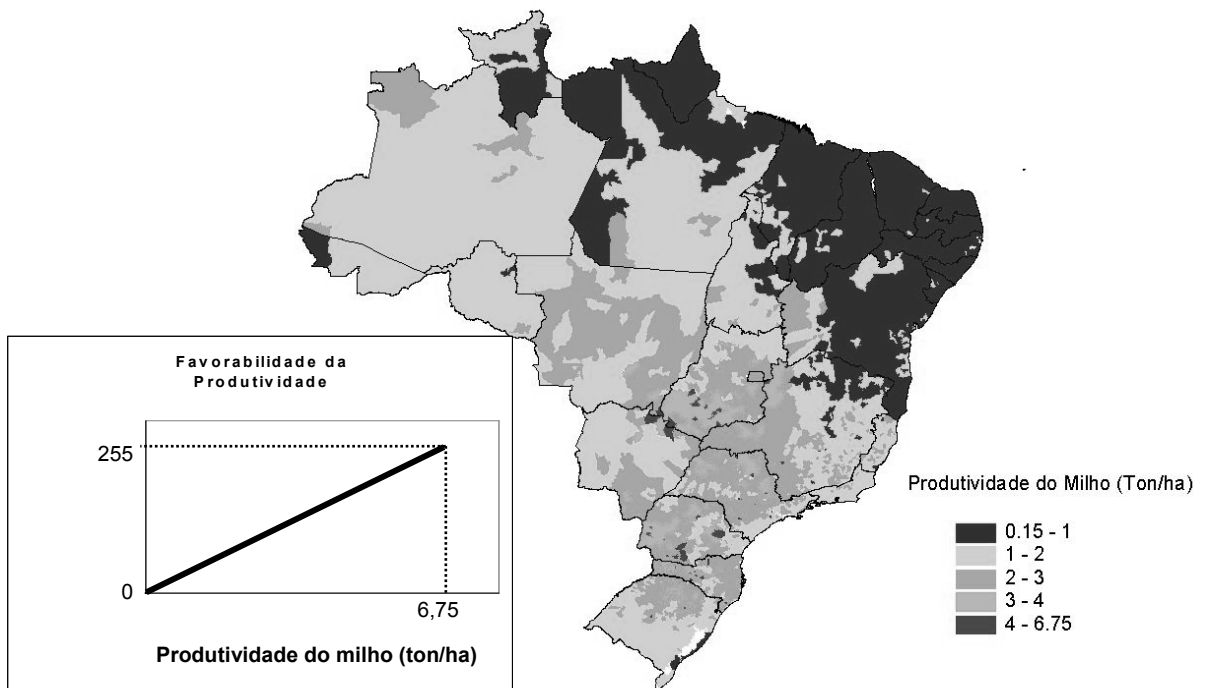
concentram-se, principalmente, nos Estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, parte do Estado de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, sul da Bahia e norte do Espírito Santo.



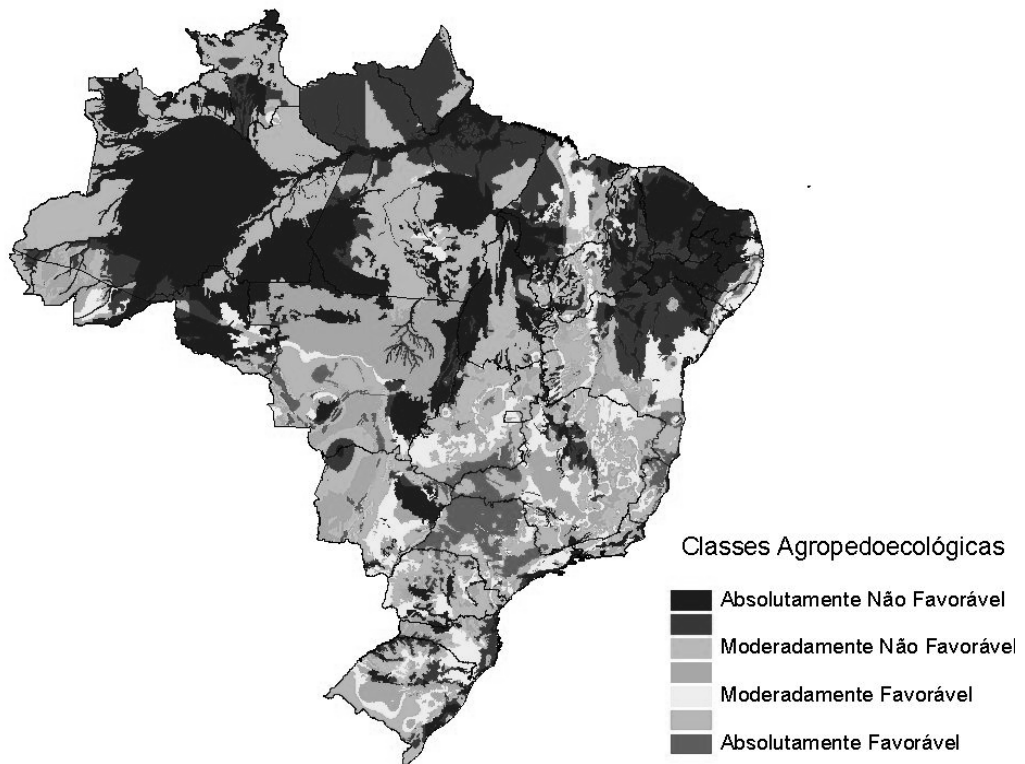
**Figura 7 -** Classes pedoecológicas.



**Figura 8 -** Transformação para o fator “precipitação anual” (mm).



**Figura 9** - Transformação para o fator “produtividade do milho”.



**Figura 10** - Classes agropedoecológicas.

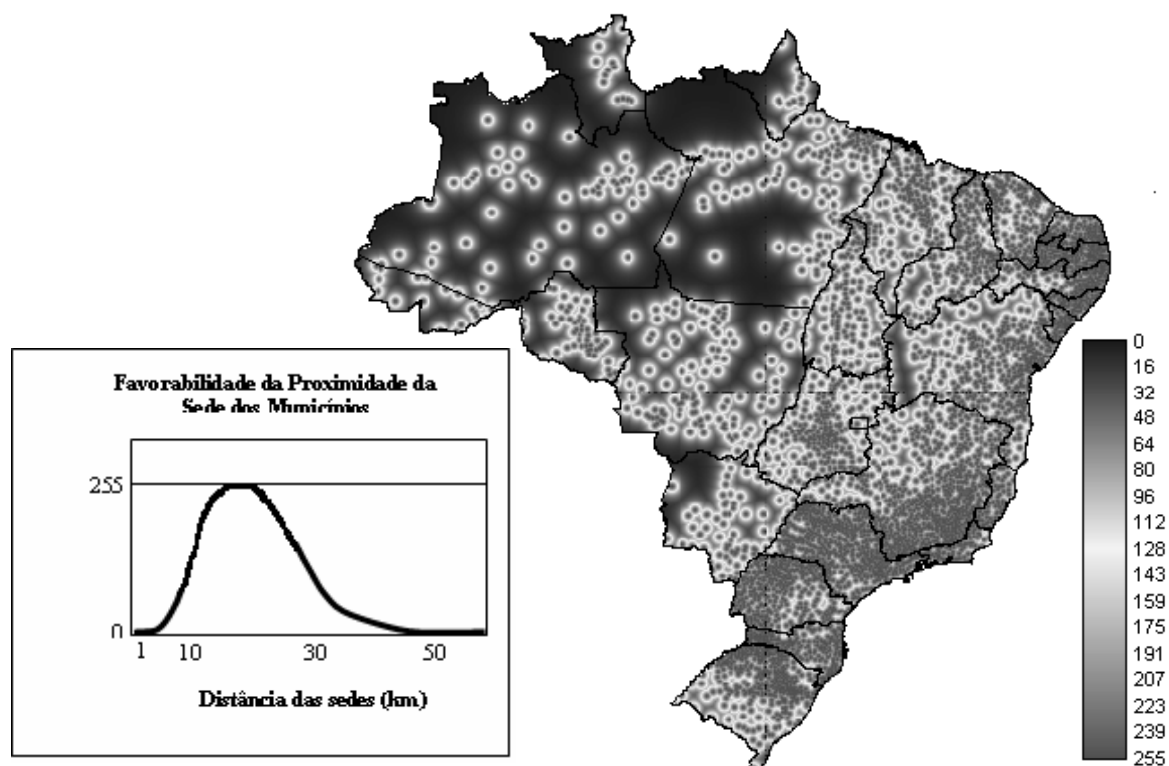
## Infra-estrutura – Nível 2

Considerando a infra-estrutura para o setor agrário, a qualidade do acesso por vias terrestres entre o local de produção e o ponto de venda é determinante, com exceção da região Norte, onde predomina o transporte hidroviário.

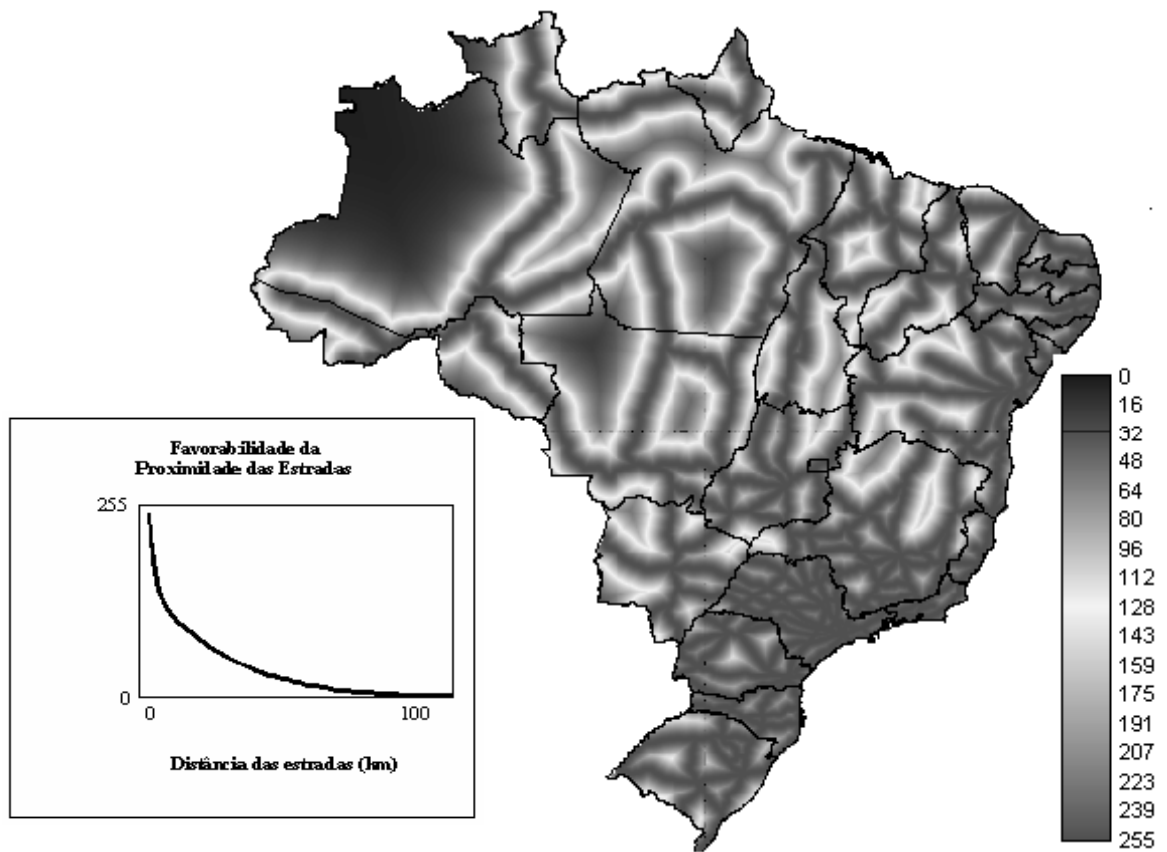
Considerando o desenvolvimento educacional, uma constatação de grande relevância em Sparovek (2003) foi verificar que 25% dos filhos de famílias de assentados, em idade escolar, não têm acesso às escolas; e que, na análise regional, chega a 41% em projetos mais recentes na região Norte, e a 51% de não acesso ao ensino fundamental no Estado do Acre. Estes dados reforçam a necessidade de alocar projetos de agricultura familiar em regiões mais desenvolvidas, a uma distância viável de deslocamento escolar para a sede de municípios.

O macro-indicador “infra-estrutura” (Figura 13), utilizou a distância de sedes municipais (Figura 11) e distância de rodovias federais e estaduais (Figura 12) com pesos iguais.

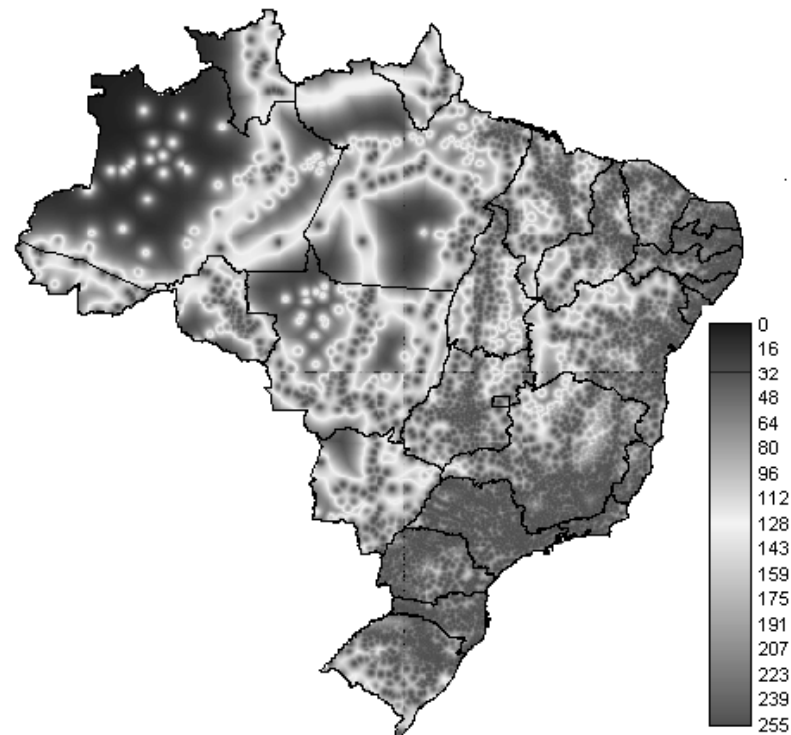
Observando esses fatores, já transformados pelas funções de pertinência, conforme metodologia descrita, estando as áreas mais apropriadas em tonalidade verde escuro, verificam-se as grandes áreas isoladas na região Norte.



**Figura 11** - Transformação para o Fator Proximidade de Sedes Municipais.



**Figura 12** - Transformação para o Fator Proximidade de Rodovias Federais e Estaduais.



**Figura 13** - Infra-estrutura.

## **Sócio-economia – Nível 2**

No diagnóstico realizado em Sparovek (2003), contracenando os atuais projetos de assentamento implantados com o indicador de mercado potencial “densidade populacional urbana”, verificou-se uma tendência de escolha por áreas com menor densidade populacional, provavelmente pela oportunidade fundiária, custo da terra baixo ou o aproveitamento de terras públicas.

Mesmo assim, houve uma preocupação dos órgãos públicos em alocar, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, projetos de assentamento em áreas de maior densidade populacional, enquanto que nas regiões mais desenvolvidas, os projetos de assentamento rural foram alocados em áreas de densidade populacional inferior a média regional.

O macroindicador “socio-economia” (Figura 18), que reúne fatores socio-econômicos, teve a finalidade de indicar os locais mais promissores em termos de poder aquisitivo e com melhor suporte educacional. Utilizou-se o “índice de mercado”, representado pela densidade demográfica urbana (Figura 14); o “índice de qualidade da educação” (Figura 15); o “índice de renda” (Figura 16); e o “balanço receita/despesa municipal por habitante” (Figura 17). O índice de mercado expressa as altas concentrações populacionais nas capitais, e os índices de renda e educação indicam melhores desenvolvimentos na faixa Sul-Sudeste-Centro Oeste, acompanhando a expansão agrícola mais promissora.

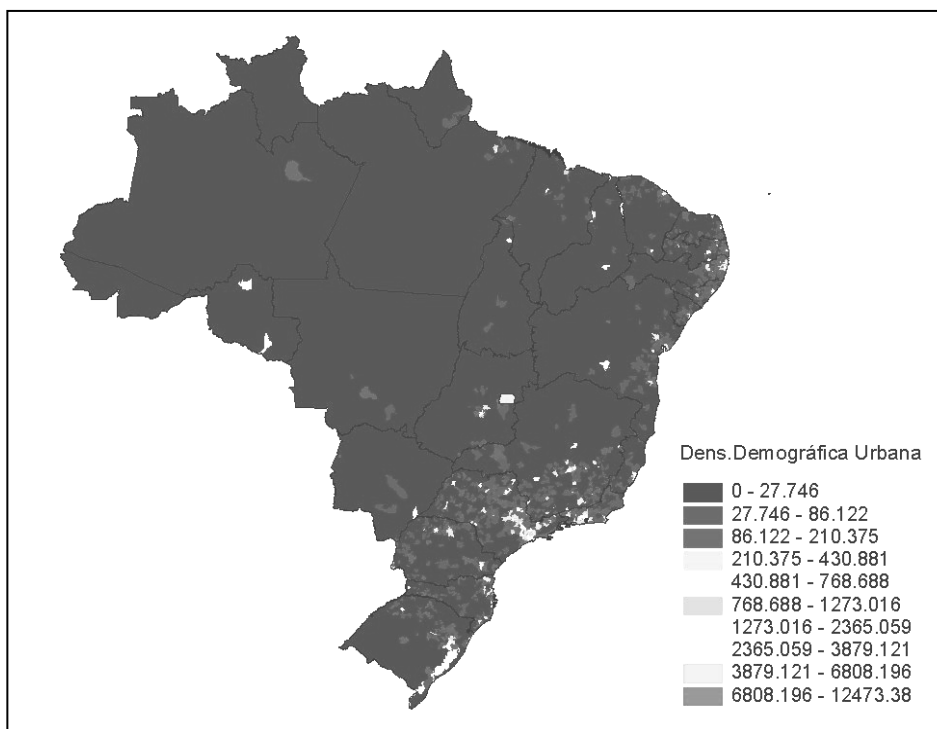
O balanço receita/despesa per capita apresenta distribuição sem tendências regionais, e o macroindicador “socio-economia” gerou áreas desfavoráveis em todo o território, com uma leve tendência de aumento de desfavorecimento do sul para o norte/nordeste do país.

## **Favorabilidade de Terras para Agricultura Familiar – Nível 1**

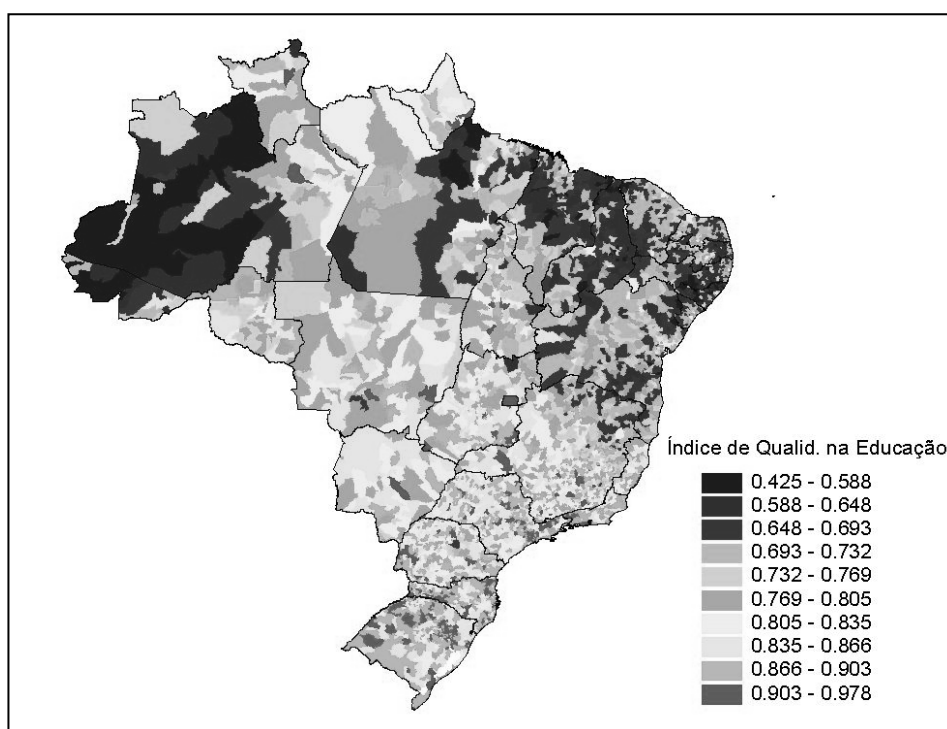
A favorabilidade de terras para agricultura familiar, gerada a partir dos macroindicadores “classes agropedoecológicas”, “infra-estrutura” e “socio-economia”, com respectivos pesos apresentados na Tabela 5, é visualizada na Figura 19.

As áreas mais favoráveis situam-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde também se localizam as áreas agrícolas voltadas para a produção de grãos. No Centro-Oeste, as melhores áreas situam-se na região produtora de grãos, centrada no município de Rio Verde-GO, emergente em crescimento econômico pela agricultura. Entre

as regiões recomendadas estão, também, grande parte do Estado de São Paulo, incluindo a região do Pontal de Paranapanema, a região do Triângulo Mineiro, o sul da Bahia, a Zona da Mata do Nordeste, o Estado de Rondônia, e uma pequena área do Maranhão.



**Figura 14** - Índice de mercado (nº de hab. da zona urbana por área do município, em km<sup>2</sup>).



**Figura 15** - Índice de qualidade na educação.

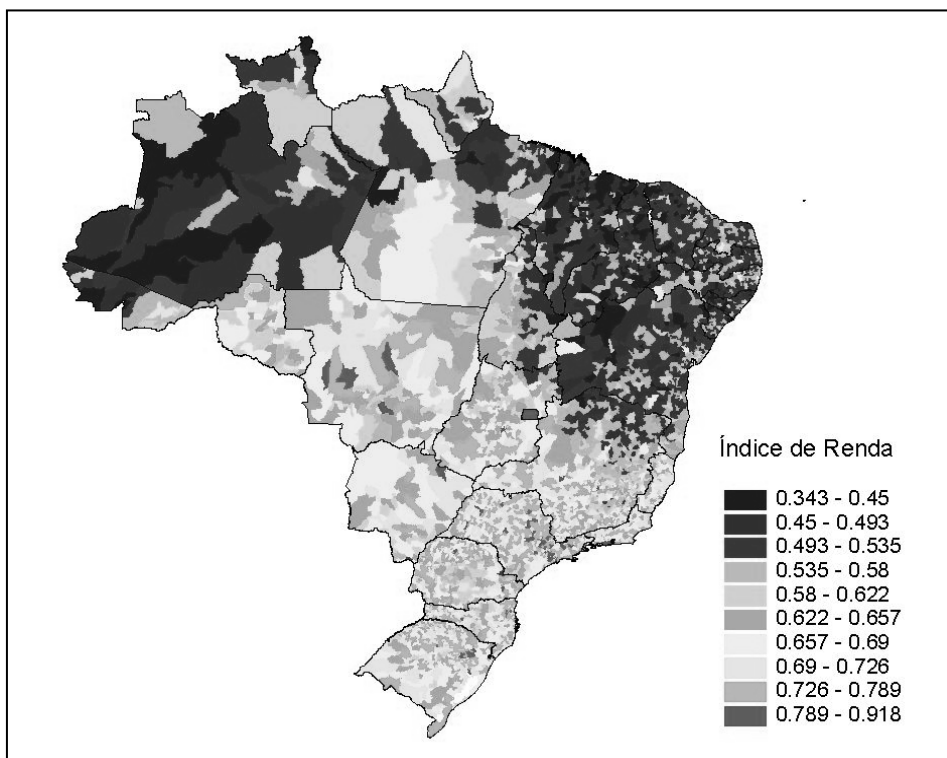


Figura 16 - Índice de renda

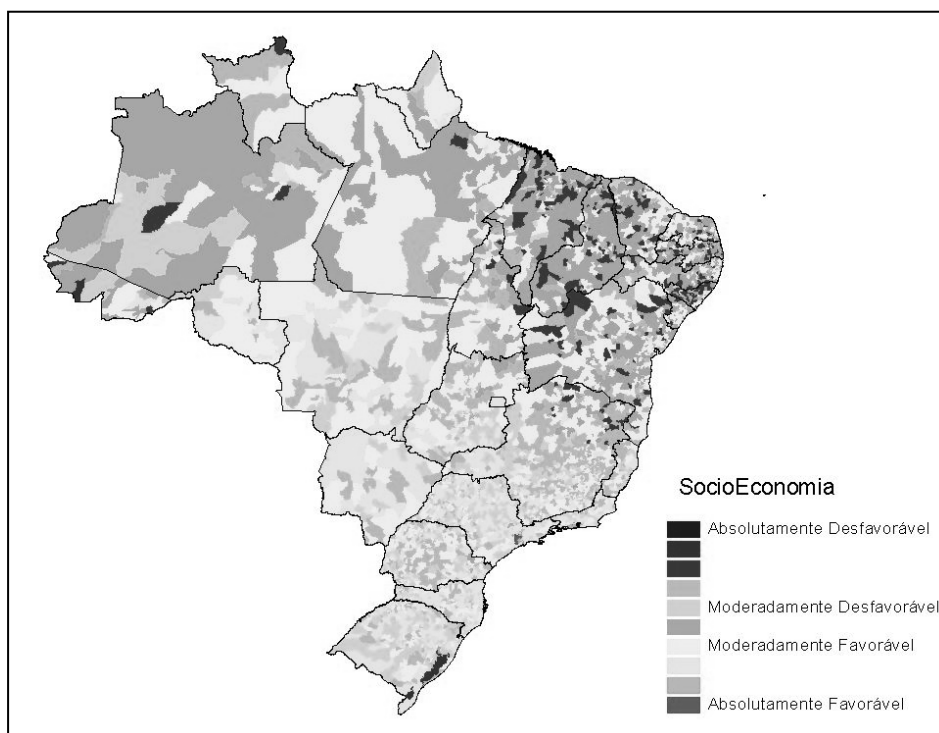
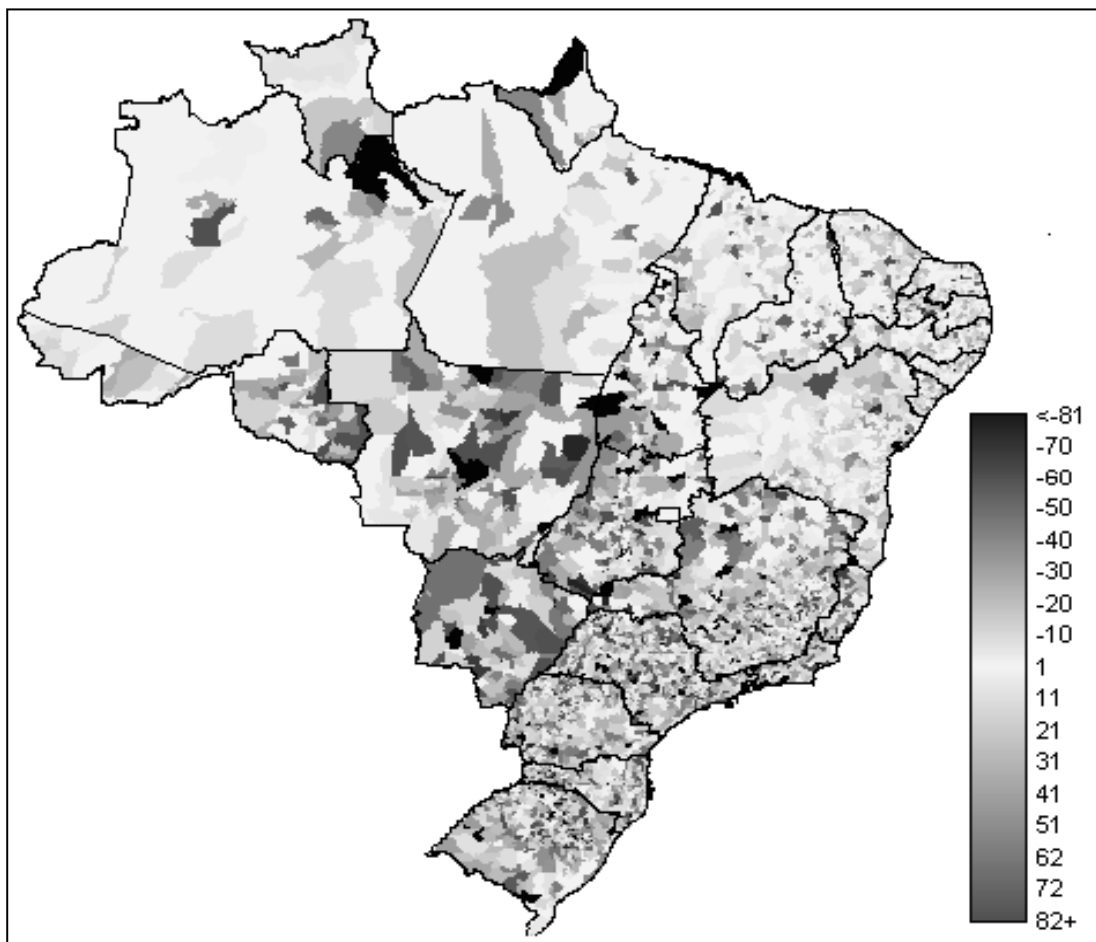
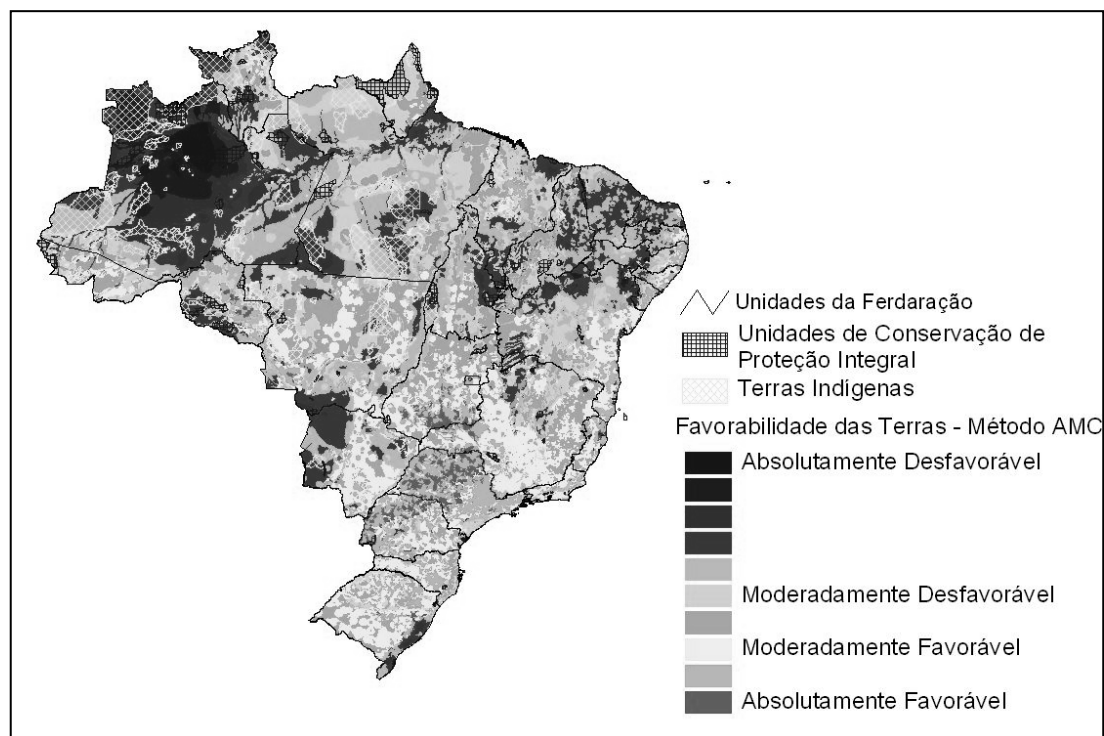


Figura 17 - Balanço municipal per capita [(receita-despesa) ÷ hab].





**Figura 18** - Macroindicador Socio-economia.



**Figura 19** - Terras favoráveis para agricultura familiar. Fonte: os dados de restrições ambientais foram obtidos em Fidalgo & Costa (2004).

## Validação da favorabilidade das terras para agricultura familiar, utilizando os índices de qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira

Iniciou-se esta análise com uma exploração dos dados divulgados em Sparovek, referentes aos fatores de depleção e seus respectivos índices de qualidade, agregadores destes fatores, conforme segue.

### Relação entre os índices de qualidade dos assentamentos, considerando os fatores de depleção

A finalidade de explorar a relação entre os índices de qualidade e suas variáveis de depleção, obtidas em Sparovek (2003), está em obter a informação de quais variáveis originais respondem pelos índices e que contribuem para o desempenho dos assentamentos; e indiretamente, com o da agricultura familiar, considerando que este é o sistema de produção dominante.

Para “ação operacional” (AO), a única variável que não obteve correlação significativa foi a titulação (TI) (Tabela 6), indicando que a regularização fundiária não acompanha as demais variáveis componentes do AO.

**Tabela 6** - Correlação de Spearman entre o “índice de ação operacional” (AO) e seus parâmetros de depleção.

	R	t(N-2)	p-level
AO & TI (Titulação)	.050496	.2477	.806476
AO & CD (Casas Definitivas)	-.921485*	-11.6225	.000000
AO & AP (Água Potável)	-.621108*	-3.8825	.000709
AO & EL (Eletricidade)	-.914442*	-11.0691	.000000
AO & EI (Estradas Internas)	-.862028*	-8.3318	.000000
AO & CI (Crédito Instalação)	-.904550*	-10.3933	.000000
AO & CH (Crédito Habitação)	-.823328*	-7.1066	.000000
AO & PR_A (Pronaf-A)	-.958618*	-16.4958	.000000

\*correlações significativas ( $p < 0,05$ ).

O “índice de eficácia da reorganização fundiária” (IF) avalia o sucesso da intervenção do governo em alterar a estrutura fundiária, pela relação entre o número de

famílias morando e a capacidade de assentamento no PA, número de lotes abandonados, aglutinação de lotes, áreas remanescentes não parceladas e área útil para a produção não explorada, que reflete na fixação do homem na terra. A variável que melhor se expressa no IF é o número de famílias (FA), sendo a única variável não correlacionada à “área não explorada” (ANE) (Tabela 7).

**Tabela 7** Correlação de Spearman entre o “índice de reorganização fundiária” (IF) e seus parâmetros de depleção.

		R	t(N-2)	p-level
IF &	FA (número de FAMílias)	-.997263*	-66.0801	.000000
IF &	LV (Lotes Vagos)	-.686195*	-4.6214	.000109
IF &	AG (Aglutinação)	-.530871*	-3.0689	.005266
IF &	ANP (Área Não Parcelada)	-.561845*	-3.3273	.002818
IF &	ANE (Área Não Explorada)	-.348973	-1.8243	.080583

\*correlações significativas ( $p < 0,05$ ).

No índice de “articulação social” (IS), “parcerias” (PAR) é a única variável que expressa correlação (Tabela 8), indicando que esta deva ser a forma de articulação social mais freqüente entre os assentados.

**Tabela 8** - Correlação de Spearman entre o “índice de articulação social” (IS) e seus parâmetros de depleção.

		R	t(N-2)	p-level
IS &	PAR (PARcerias)	-.695682*	-4.74439	.000080
IS &	PAS (Participação em ASSociações)	-.308615	-1.58949	.125039
IS &	PCO (Participação em COoperativas)	-.342779	-1.78756	.086482
IS &	PAG (Parcerias com AGroindústria)	-.290091	-1.48500	.150560
IS &	PRC (Produção Coletiva)	-.011494	-.05631	.955558

\*correlações significativas ( $p < 0,05$ ).

Para a “qualidade ambiental” (QA), Tabela 9, os fatores que influenciam o índice são as “áreas de preservação permanente” (APP), “reserva legal” (RL) e “melhoria ambiental” (MEA). O extrativismo ilegal é uma atividade inerente a áreas que tenham esta oferta de forma abundante, como a Região Norte, e a erosão pode estar sofrendo a tendência de ser maior em regiões de relevo forte ondulado a acidentado.

**Tabela 9** - Correlação de Spearman entre o “índice de qualidade ambiental” (QA) e seus parâmetros de depleção.

	R	t(N-2)	p-level
QA & APP (Área de Preservação Permanente)	-.919836*	-11.4866	.000000
QA & RL (área de Reserva Legal)	-.930344*	-12.4295	.000000
QA & EXI (EXtrativismo Ilegal)	.073146	.3593	.722511
QA & ER (Erosão)	-.112621	-.5553	.583855
QA & MEA (MElhoria Ambiental)	-.901061*	-10.1784	.000000

\*correlações significativas ( $p < 0,05$ ).

O índice de “qualidade de vida” (QV) tem variáveis de depleção comuns com o índice de “ação operacional” (AO). Com exceção da “água potável” (AP), as demais variáveis se correlacionam significativamente com QV (Tabela 10).

**Tabela 10.** Correlação de Spearman entre o “índice de qualidade de vida” (QV) e seus parâmetros de depleção.

	R	t(N-2)	p-level
QV & AC (Acesso)	-.781069*	-6.1277	.000002
QV & CD (Casas Definitivas)	-.721985*	-5.1119	.000031
QV & AP (Água Potável)	-.318945	-1.6486	.112258
QV & EG (EsGoto)	-.700650*	-4.8107	.000067
QV & EL (Eletricidade)	-.919090*	-11.4265	.000000
QV & TP (Transporte Público)	-.713406*	-4.9875	.000043
QV & EI (Estradas Internas)	-.841655*	-7.6354	.000000
QV & EF (Ensino Fundamental)	-.913274*	-10.9836	.000000
QV & EM (Ensino Médio)	-.693137*	-4.7109	.000087
QV & SR (Saúde Regular)	-.907987*	-10.6163	.000000
QV & SE (Saúde Emergencial)	-.926116*	-12.0269	.000000

\*correlações significativas ( $p < 0,05$ ).

E, finalmente, o “índice médio de qualidade dos projetos de assentamento” (IMQPA) não se correlaciona com o índice de “articulação social” (IS) e o índice de “qualidade ambiental” (QA) (Tabela 11).

O IS é um indicador da forma com que o projeto de assentamento está organizado para atender a serviços e benefícios sociais, e questões que envolvem a produção e comercialização (SPAROVEK, 2003). Os fatores que compõem este índice são dependentes da capacidade humana no assentamento e do apoio de organizações do governo e da sociedade.

Relacionando o IS com os demais índices, e com seus fatores de depleção (SPAROVEK, 2003), percebe-se que existe uma independência da articulação social em relação aos outros indicadores de qualidade do assentamento, sendo ainda que apenas a variável de depleção PAR (parcerias) correlaciona-se com o IS (Tabela 8). A articulação social não é um fator de grande peso na qualidade dos projetos de assentamento.

O QA, por sua vez, é uma variável afetada pela temporalidade (época em que o assentamento foi implantado), devido à evolução da legislação ambiental, condições topográficas, características regionais e a assessoria na implantação.

Pressupõe-se existam dois vetores que se compensam para QA, um de que a pressão sobre o recurso natural é proporcional ao desenvolvimento do assentamento, e outro, de que quanto mais modernizado é o modelo de assentamento, melhores são os parâmetros de preservação ambiental por assessorias de ONG's e governamentais. A não correlação entre o IMQPA e o QA pode ser o resultante destes fatores não controlados.

Na avaliação dos fatores desenvolvidos em Sparovek (Índices de qualidade) podemos constatar que a “ação operacional” (AO) está fortemente correlacionada com a “reorganização fundiária” (IF) e a “qualidade de vida” (QV) (Tabela 11), indicando que a fixação do assentado e a sua melhoria de condições está condicionada ao subsídio do governo, e principalmente ao suporte técnico, mensurado indiretamente por programas de financiamento, como o Pronaf.

A reorganização fundiária e a qualidade ambiental do assentamento relacionam-se inversamente, sendo um resultado esperado, pois a ocupação máxima do assentamento e a sua plena atividade agrícola, com sistemas de produção tradicionais, provavelmente, exercem uma pressão sobre o meio ambiente.

**Tabela 11** - Correlações de Spearman entre os “Índices de Qualidade dos Projetos de Assentamento por Unidade Federativa” de Sparovek (2003), n= 26 UFs.

	R	t(N-2)	p-level
IF & QV	.744099*	5.45650	.000013
IF & QA	-.207328	-1.03825	.309500
IF & AO	.861786*	8.32269	.000000
IF & IS	-.028953	-.14190	.888343
IF & IMQPA**	.821416*	7.05576	.000000
QV & QA	.013692	.06708	.947073
QV & AO	.887141*	9.41733	.000000
QV & IS	.283782	1.44985	.160045
QV & IMQPA	.933482*	12.75176	.000000
QA & AO	-.049803	-.24429	.809084
QA & IS	.234145	1.17987	.249616
QA & IMQPA	.079925	.39281	.697930
AO & IS	.216476	1.08627	.288151
AO & IMQPA	.965458*	18.15245	.000000
IS & IMQPA	.310327	1.59924	.122850

\*correlações significativas ( $p < 0,05$ ). \*\*IMQPA =  $[(AO + IF + IS + QA + QV) \div 5]$

### Relação entre os índices de qualidade dos assentamentos e os macroindicadores da análise de suporte a decisão

Na avaliação dos macroindicadores com os índices de Sparovek (Tabela 12), o macroindicador “classes agropedoecológicas”, que considera os fatores: de solo, relevo, um fator climático e um de produtividade; embora não tenha apresentado correlações significativas, indicou relação proporcional com os índices de qualidade, com exceção para o IS, que tem variáveis não pertinentes aos macroindicadores.

Uma provável justificativa para a fraca correlação é que parâmetros de aptidão das terras não fazem parte dos índices de Sparovek, sendo estes parâmetros avaliados indiretamente pelo desempenho do assentamento.

O macroindicador “infra-estrutura”, que considerou a proximidade das sedes municipais e a distância de estradas federais e estaduais, obteve a maior associação com o sucesso de implantação dos PAs. Apresentou correlação positiva com o IF, QV e AO (Tabela 12). A correlação com o índice de QA, embora não significativa (-0,34) apresenta relação inversa presumível, podendo indicar que existe maior pressão sobre os recursos naturais em assentamentos com maior facilidade de acesso.

Para o macroindicador “socio-economia”, nenhum índice de qualidade dos assentamentos foi significativo. Este indicador agrega variáveis de estatísticas municipais, de menor inferência, comparado ao de infra-estrutura. Os fatores municipais de renda, educação, capacidade orçamentária, podem refletir na qualidade do assentamento ou não, conforme a distância e as condições de acesso do assentamento a sede municipal. A educação, por exemplo, avaliada nas questões 12, 41 e 43 (SPAROVEK, 2003), tem um condicionamento com as condições de acesso e infra-estrutura escolar para o assentamento, enquanto a variável educação do IDH é uma combinação entre a taxa de alfabetização e de matrícula nos três níveis de ensino para o município. Não existe uma relação entre os indicadores de educação, o que acontece analogamente para os indicadores de renda e capacidade orçamentária.

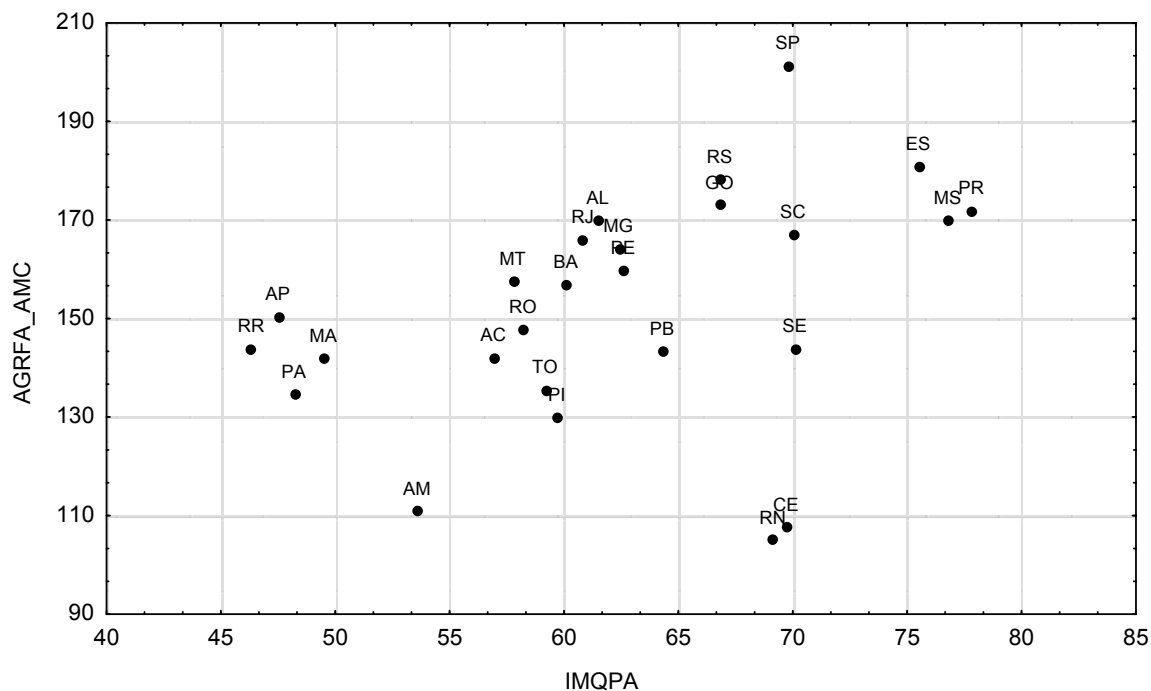
As correlações do IF e do QV com o macroindicador “infra-estrutura” foram significativas, indicando o peso das variáveis relativas ao acesso (distância de estradas e da sede municipal), na fixação do homem no campo e na melhor qualidade de vida dos seus ocupantes.

**Tabela 12** - Correlações de Spearman entre os macroindicadores, o resultado da “favorabilidade de terras para agricultura familiar” (FTAF), considerando a média por estado, e o “índice médio de qualidade dos projetos de assentamento” (IMQPA), por unidade federativa, conforme Sparovek (2003), n = 26 unidades federativas.

	R	t(N-2)	p-level
<b>IF &amp; INFRA</b>	<b>0.737814</b>	<b>5.354841</b>	<b>1.69684E-05</b>
IF & POTEN	0.102533	0.50497	0.618185282
IF & SOCIO	-0.1936	-0.96675	0.343310118
<b>IF &amp; FTAF</b>	<b>0.580127</b>	<b>3.48918</b>	<b>0.001892325</b>
<b>QV &amp; INFRA</b>	<b>0.572406</b>	<b>3.419882</b>	<b>0.002245077</b>
QV & POTEN	0.112252	0.553418	0.585096836
QV & SOCIO	0.110104	0.542698	0.592342138
<b>QV &amp; FTAF</b>	<b>0.486579</b>	<b>2.728526</b>	<b>0.011713436</b>
QA & INFRA	-0.34873	-1.82288	0.080804281
QA & POTEN	0.233088	1.174236	0.251820922
QA & SOCIO	0.045175	0.221535	0.826549709
QA & FTAF	0.011294	0.055331	0.956332922
<b>AO &amp; INFRA</b>	<b>0.625064</b>	<b>3.922983</b>	<b>0.00063997</b>
AO & POTEN	0.136893	0.677007	0.504875124
AO & SOCIO	0.003419	0.016752	0.986773252
<b>AO &amp; FTAF</b>	<b>0.579244</b>	<b>3.48119</b>	<b>0.001930061</b>
IS & INFRA	0.013699	0.067116	0.947045624
IS & POTEN	-0.19794	-0.9893	0.332388103
IS & SOCIO	0.114726	0.565777	0.576797485
IS & FTAF	-0.1137	-0.56064	0.580237269
<b>IMQPA &amp; INFRA</b>	<b>0.630193</b>	<b>3.976238</b>	<b>0.000559503</b>
IMQPA & POTEN	0.079398	0.3902	0.699830711
IMQPA & SOCIO	0.017439	0.085446	0.932615876
<b>IMQPA &amp; FTAF</b>	<b>0.510173</b>	<b>2.905949</b>	<b>0.007751</b>

\*correlações significativas em negrito (p < 0,05).

Na Figura 20 é apresentada a dispersão entre o resultado da “favorabilidade de terras para agricultura familiar” (FTAF) e os índices de qualidade dos PAs.



**Figura 20** - Dispersão entre a “favorabilidade de terras para agricultura familiar” (FTAF) pela AMC e o “índice médio de qualidade dos projetos de assentamento” (IMQPA), considerando a média dos resultados por Estado ( $n = 26$  UF,  $r = 0,51$ ).

Embora, pela análise exploratória, tenha-se verificado que o macroindicador “infra-estrutura” é o único componente correlacionado, significativamente, com o IMQPA; não se pode descartar os macroindicadores “agropedoecológico” e “socio-economia” da análise multicriterial, pelo fato de agregarem critérios importantes para suporte à agricultura familiar em projetos de assentamento. Na Tabela 13 é apresentada a comparação do *ranking* descendente de favorabilidade dos Estados para a AMC e pelo IMQPA.

Os *ranking* dos Estados pela AMC que mais divergiram do *ranking* dos índices de qualidade dos assentamentos foram: Amapá, Roraima, Sergipe, Ceará e Rio Grande do Norte. Para os estados do Nordeste, os fatores ambientais foram responsáveis pela queda no *ranking* pela AMC em relação aos índices de qualidade. Uma justificativa pode ser o efeito indireto da infra-estrutura para minimizar as condições adversas, como o acesso a irrigação, por exemplo.



**Tabela 13** - *Ranking* dos Estados referente a “favorabilidade das terras para agricultura familiar”, e pelo “índice médio de qualidade dos projetos de assentamento” (IMQPA), considerando a média por Estado, n=26 UF.

<b>Rank</b>	<b>UF</b>	<b>FTAF_AMC</b>	<b>UF</b>	<b>IMQPA</b>
1	SP	201.456	PR	77.8
2	ES	180.9792	MS	76.8
3	RS	178.2826	ES	75.5
4	GO	173.1293	SE	70.1
5	PR	171.968	SC	70
6	MS	170.0952	SP	69.8
7	AL	169.9851	CE	69.7
8	SC	167.2566	RN	69.1
9	RJ	166.0714	GO	66.8
10	MG	164.2635	RS	66.8
11	PE	159.9209	PB	64.3
12	MT	157.6046	PE	62.6
13	BA	156.9918	MG	62.4
14	AP	150.5455	AL	61.5
15	RO	147.8113	RJ	60.8
16	SE	143.9726	BA	60.1
17	RR	143.963	PI	59.7
18	PB	143.4294	TO	59.2
19	AC	142.1061	RO	58.2
20	MA	142.0379	MT	57.8
21	TO	135.6175	AC	56.9
22	PA	134.6097	AM	53.6
23	PI	130.0756	MA	49.5
24	AM	111	PA	48.2
25	CE	107.771	AP	47.5
26	RN	105.1538	RR	46.3

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a validação, na avaliação do IMQPA com a favorabilidade de terras para agricultura familiar, o resultado gerado pela AMC foi significativo (0,51). A baixa correlação é inerente à 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. Há uma provável consistência na indicação estratégica de terras para agricultura familiar por meio deste estudo.

Este resultado, embora de natureza generalizada, pode servir de base de planejamento para o ordenamento da ocupação das terras para agricultura familiar no processo produtivo em escala nacional, fornecendo subsídios para o macroplanejamento das grandes regiões brasileiras, onde levantamentos em escalas maiores para o planejamento em Estados e municípios e bacias hidrográficas devem ser realizados.

## REFERÊNCIAS

- BUAINAIN, A.; PIRES, D. **Reflexões sobre reforma agrária e questão social no Brasil**. Brasília: INCRA. 2003. 47 p. Disponível em: <http://www.abda.com.br/texto/AntonioBuainain.pdf>. Acesso em: 28 Julho 2003.
- CÂMARA, G.; BARBOSA, C.; CORDEIRO, J. P.; LOPES, E.; FREITAS, U. M. de; LUCENA, I. Álgebra de mapas. *In*: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2003. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap8-algebra.pdf>. Acesso em: 4 dezembro 2003.
- COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. Phytomass mapping of the "seridó caatinga" vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indices. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 59, n. 4, p. 623-627, 2002.
- 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. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 5-10 abril 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. 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**, Bethesda, 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 colorido.
- FIDALGO, E. C. C.; COSTA, T. C. C. Zonas de restrições ambientais para projetos agropecuários. Embrapa Solos. RJ. Circular Técnica, 25, 2004. 7 p.
- FULLER, D.; JEFFE, M.; WILLIAMSON, R. A.; JAMES, D. Satellite remote sensing and transportation lifelines: safety and risk analysis along rural Southwest roads. *In*: ISPRS COMMISSION I SYMPOSIUM 2002, Denver.; MID-TERM SYMPOSIUM A IN CONJUNCTION WITH PECORA 15 LAND SATELLITE INFORMATION, 4, 10 –15 Nov. 2002. **Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale**. Denver, CO: ISPRS, 2002. Disponível em: <http://www.isprs.org/commission1/proceedings/paper/00089.pdf>. Acesso em: 06 maio 2005.
- EASTMAN, J. R. **IDRISI Source Code 1987-2003**. Worcester: Clark University, 1987-2003. v. 1.

- MENDES, J. F. G.; MOTIZUKI, W. S. Urban quality of life evaluation scenarios: the case of São Carlos in Brazil. **CTBUH Review**, University of Illinois at Urbana-Champaign, v. 1, n. 2, p. 13-23, 2001.
- PRONAF. **PRONAF Perguntas e Respostas**. Página Grupo de Interesse em Pesquisa para Agricultura Familiar. Disponível em: <http://www.cria.org.br/gip/gipaf>. 2002. Acesso em: 30 março 2004.
- SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, New York, v. 15, p. 59-62, 1977.
- SCHUCH, H. J. A Importância da opção pela Agricultura Familiar. Disponível em: <http://gipaf.cnptia.embrapa.br/itens/publ/fetagrs/fetagrs99.doc>. 1999. Acesso em: 30 março 2004.
- SIEGEL, S. **Non-parametric statistics for the behavioral sciences**. New York: McGraw-Hill, 1956. 350 p.
- SPAROVEK, G. **A qualidade dos assentamentos da reforma agrária brasileira**. São Paulo: Páginas & Letras, 2003. 204 p.
- TRIANAPHYLLOU, E.; MANN, S. H. A computational evaluation of the original and revised analytic hierarchy process. **Computers and industrial engineering**, New York, v. 26, n. 3, p. 609-618, 1994.