

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS

X COBREAP

O USO DO GEOPROCESSAMENTO NO SUPORTE A PROJETOS DE ASSENTAMENTOS RURAIS, UMA PROPOSTA MERCADOLÓGICA

ELISEU WEBER

RESUMO

O presente trabalho traz uma proposta metodológica para um zoneamento de qualidade da terra de imóveis rurais com vistas a subsidiar projetos de parcelamento. O objetivo foi chamar a atenção para a possibilidade de reduzir a subjetividade implícita nos projetos, utilizando-se técnicas participativas de apoio à decisão em SIG para efetuar um zoneamento da qualidade da terra em propriedades rurais a serem parceladas. Como área de estudo foram utilizados três imóveis rurais recentemente desapropriados, localizados na região sudoeste do Rio Grande do Sul. O trabalho de desenvolvimento metodológico para o zoneamento foi desenvolvido com a participação de vários técnicos da divisão de assentamento da superintendência regional do INCRA - RS. Inicialmente foram pesquisados na superintendência regional do INCRA - RS todos os dados normalmente levantados nas fases anteriores à desapropriação e que não mais utilizados. Os dados foram então sistematizados, padronizados e utilizados para efetuar um zoneamento de qualidade da terra nos três imóveis, que permitiu espacializar o comportamento das variáveis julgadas mais importantes para a definição da qualidade da terra para exploração agrícola. O sistema utilizado foi o IDRISI, já disponível nas superintendências regionais do INCRA desde 1996. Os resultados evidenciaram o potencial das técnicas de apoio à decisão utilizadas para a integração de variáveis e a execução de novos projetos de parcelamento com base num mapa de qualidade da terra. Torna-se possível assim efetuar uma divisão da área mais justa, de forma a contemplar lotes com a mesma qualidade da terra, mesmo com áreas diferentes.

ABSTRACT

The present study presents a methodological proposal to the zonation of land quality in farms in order to support rural settlement projects. The aim is to enhance the possibility of reduction of the subjectivity implicit in the projects, using participatory decision making techniques in GIS to perform a zoning on land quality in rural properties to be divided into plots. Three farms expropriated by INCRA and located in the southwest of the State Rio Grande do Sul were used in this study. Technicians of the Settlement Division of INCRA-RS followed the whole work. Initially all data acquired in previous phases were organized, standardized and used to the zoning of the land quality in the three farms. This allowed the spatialization of the behaviour of the variables judged to be the most important to the definition of the land quality for agriculture exploitation. The IDRISI system was used because it is available in all INCRA Regional Offices since 1996. The results showed the potential of decision making techniques to the integration of variables to carry out new settlement projects based upon a land quality map. It allows a fair division so that each family receives plots with equal land quality, even being of different size.

1. INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária tem como função, entre outras, definir áreas a serem desapropriadas, planejar o assentamento de agricultores sem terra em tais áreas e monitorar o assentamento por um determinado período. No que se refere à desapropriação de imóveis, o INCRA-RS já vem utilizando técnicas de geoprocessamento em algumas fases da avaliação, especialmente no mapeamento do uso e da cobertura do solo. A utilização dessa tecnologia iniciou em 1995, com a assessoria do Centro de Ecologia da UFRGS, que forneceu treinamento e transferência de tecnologia durante um período de aproximadamente 2 anos e seis meses.

Durante o levantamento de dados para a avaliação de um imóvel de interesse para reforma agrária são gerados, além do uso e cobertura do solo acima citado, vários outros mapas contendo muitas informações úteis. Entre elas pode-se citar os limites dos imóveis, as áreas de preservação permanente, a topografia e a rede viária. Em geral, esses mapas são utilizados como material para atender um fim específico no processo e posteriormente deixados de lado.

Apesar de frequentemente estarem em escalas e sistemas de referência diversos, é possível compatibilizá-los facilmente com o uso de um sistema de geoprocessamento. Além disso, eles podem ser integrados com outras informações cartográficas disponíveis ou a serem geradas a posteriori para a mesma área. Estando na forma digital e georreferenciados, eles tornam-se então permanentemente disponíveis a quaisquer operações, análises ou atualizações que se queira efetuar posteriormente, transformando-se em uma valiosa ferramenta que pode auxiliar de várias maneiras nas atividades do INCRA.

A elaboração de projetos de assentamentos rurais é uma das etapas que mais pode ser beneficiada com essa possibilidade pois ocorre no final do processo. A elaboração e execução de projetos de assentamento deve respeitar critérios de viabilidade econômica, visto que as parcelas destinadas aos agricultores assentados devem possibilitar sua sobrevivência. Além disso, como qualquer outro empreendimento que influencie as características naturais de uso do solo, a implantação de um assentamento requer a análise dos impactos ambientais causados pelas atividades agropecuárias introduzidas, bem como a elaboração de uma lista de medidas mitigadoras associadas.

Até o momento a possibilidade de utilizar as informações já geradas durante o processo de desapropriação e adicionar dados complementares não tem sido considerada e os projetos continuam a ser efetuados da maneira convencional, sub-aproveitando o considerável volume de dados produzidos em etapas anteriores. Nesse contexto, como forma de melhor aproveitar esses dados, através de convênio entre o INCRA e a UFRGS, o Centro de Ecologia da Universidade elaborou um estudo piloto visando aplicar o geoprocessamento como ferramenta auxiliar no planejamento de novos assentamentos rurais.

Os objetivos do estudo foram levantar e sistematizar o conjunto de informações disponíveis para um imóvel definido pelo INCRA-RS, efetuar um zoneamento da qualidade da terra dentro do imóvel para subsidiar o parcelamento e transferir aos técnicos do INCRA-RS as rotinas desenvolvidas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

O material utilizado no trabalho constituiu-se de recursos simples em sua maioria já disponíveis nas dependências do INCRA-RS, como os seguintes:

- Microcomputadores PC e periféricos (Mesa digitalizadora e impressora/plotter);
- Sistema IDRISI de geoprocessamento, versão 2.0 for Windows;
- Sistema CAD MicroStation;
- Cartas da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército, em escala 1:50.000 ou menor, e outros mapas em escala maior, se disponíveis;
- Base cartográfica digital georreferenciada do imóvel em análise, oriunda de etapas anteriores ao assentamento, já existente nas dependências do INCRA.

2.2. Área de estudo

A área selecionada para o desenvolvimento do trabalho é constituída por três imóveis rurais recentemente desapropriados. Os imóveis em questão, Estância Jaguarão, Estância do Fundo e Estância da Madrugada, encontram-se entre as coordenadas 31°45' e 31°52' de latitude sul e 53°50' e 54°03' de longitude oeste, sendo

visualizados na órbita 222 ponto 82 do sistema de referência LANDSAT-5 e situando-se aproximadamente 60 km ao sul da cidade de Hulha Negra, no estado do Rio Grande do Sul (figura 1). Os imóveis somam uma superfície de aproximadamente 6.000 hectares, e são contíguos. A escolha destes imóveis fundamenta-se no fato de que o Centro de Ecologia da UFRGS participou ativamente no levantamento de dados para o processo de desapropriação, subsidiando o cálculo do grau de utilização da terra (GUT) e do grau de eficiência da exploração (GEE).

O relevo da região é suave ondulado a forte ondulado com altitudes entre 120 e 180 metros. A drenagem é formada por arroios e sangas que cortam os imóveis em várias direções e desembocam no arroio Candiota e no rio Jaguarão. A vegetação é constituída por campos em diferentes estágios sucessionais e por matas galeria ao longo dos rios e dos arroios. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo *Cfa* ou subtropical úmido, o mais comum no Rio Grande do Sul. A estação meteorológica mais próxima, no município de Bagé, registra como temperatura média do mês mais quente 23,8°C, temperatura média do mês mais frio 12,3°C e temperatura média anual de 17,7°C. A precipitação é uniformemente distribuída ao longo do ano com total média anual de 1414 mm (MORENO, 1961). Os meses mais chuvosos são maio, junho e setembro, podendo ocorrer estiagens ocasionais de novembro a maio e geadas de abril a novembro.

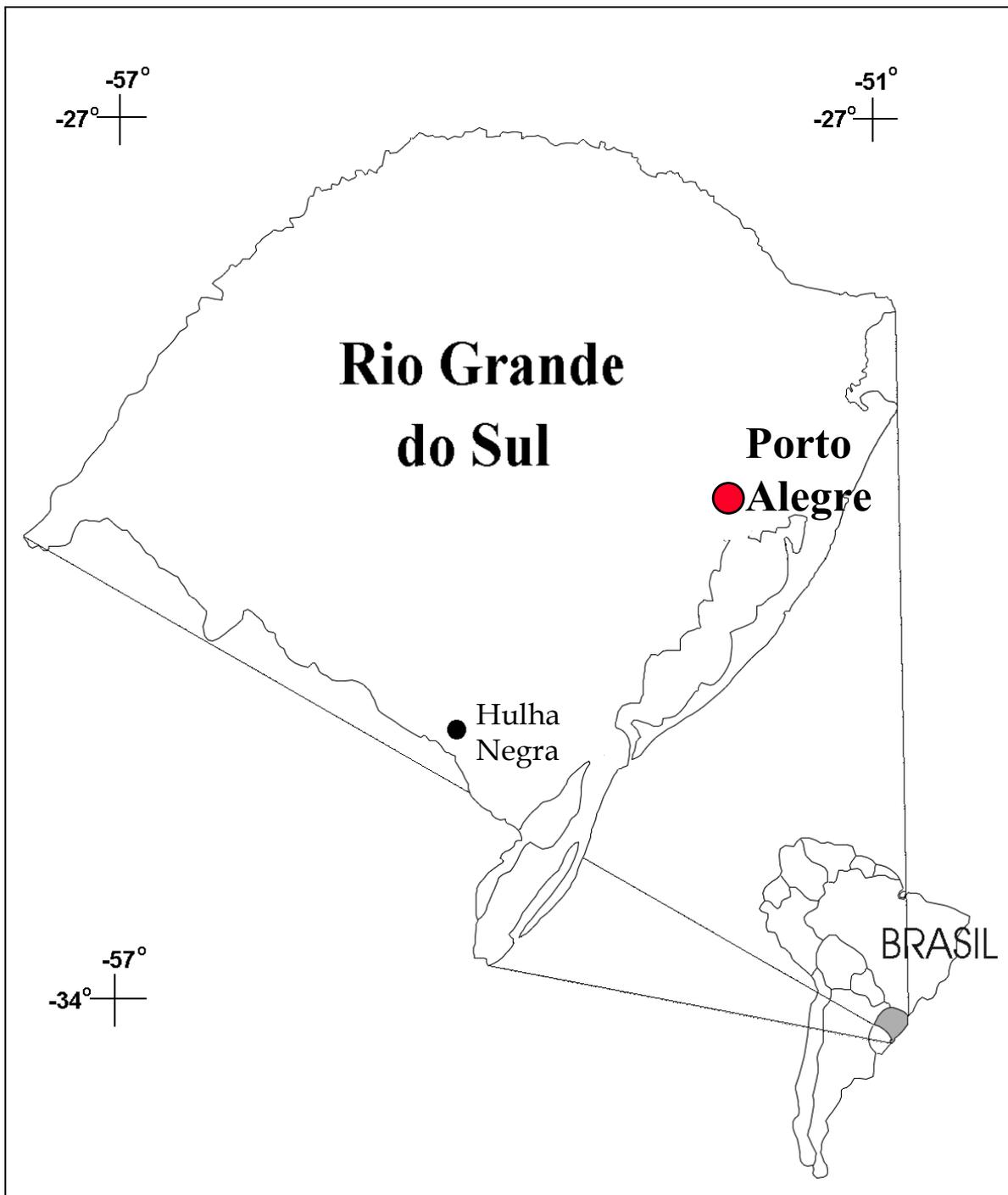


Figura 1. Localização dos imóveis no Rio Grande do Sul e no Brasil.

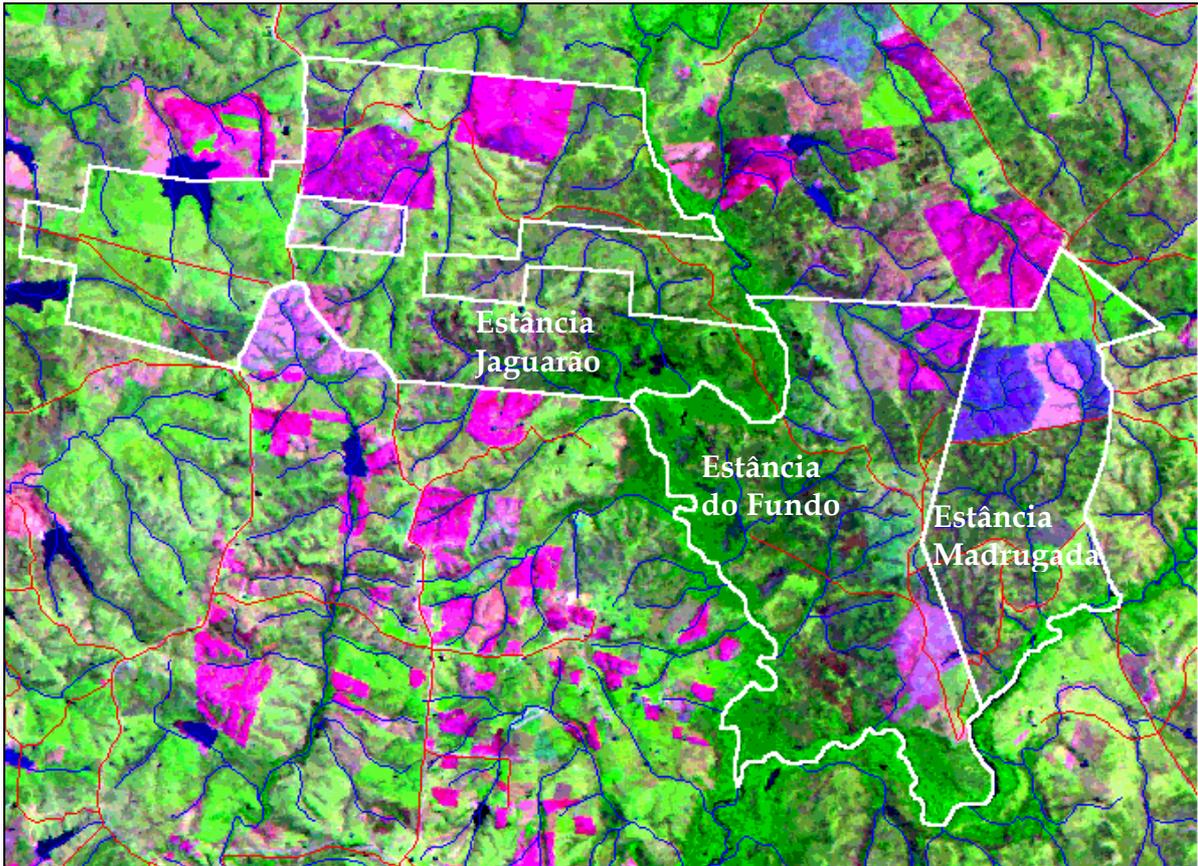


Figura 2. Limites dos três imóveis a analisar sobre a imagem do satélite LANDSAT em composição colorida RGB543.

2.3. Levantamento das Informações já existentes

O levantamento das informações já existentes foi realizado através de reuniões e de visitas às diversas divisões da superintendência do INCRA-RS. Constatou-se que no momento em que o imóvel chega à divisão de assentamento para ser parcelado, uma série de informações sobre o mesmo já foi levantada em etapas anteriores, durante o processo de desapropriação. Considerando a metodologia utilizada atualmente pelo INCRA na avaliação de imóveis rurais, quando um imóvel chega ao setor de assentamento (Z1) normalmente já existem nas dependências do INCRA-RS, em papel ou meio digital, os seguintes mapas de cada imóvel:

- mapa dos limites do imóvel;
- mapa de capacidade de uso do solo;
- mapa da rede hidrográfica;
- mapa da rede viária;
- mapa de uso/cobertura do solo;
- mapa de curvas de nível (nem sempre esta informação existe, mas algumas vezes é gerada durante a fase judicial do processo de desapropriação ou durante os trabalhos de recadastramento. Caso se julgar necessário, pode ser criada posteriormente, apenas para fins do projeto de assentamento).

Esses dados são levantados na fase judicial do processo de desapropriação ou nos trabalhos de recadastramento, pelo Depto. de assuntos fundiários e pela Divisão de cartografia e recursos naturais.

2.4. Desenvolvimento de uma aplicação piloto

Após o levantamento dos dados existentes, desenvolveu-se o estudo em parceria com técnicos da Divisão de assentamento do INCRA-RS, como forma de aproveitar o conhecimento sobre a área e sobre o processo convencional de parcelamento de um imóvel rural desapropriado, assim como iniciar a transferência de

tecnologia. Todos os passos desenvolvidos foram acompanhados pelos técnicos, que também participaram ativamente de várias fases.

2.4.1. Escolha dos dados a usar no zoneamento de qualidade da terra

Uma vez sabendo-se quais são as informações que já existem, foi necessário eleger as mais importantes para a definição da qualidade de uma área para fins de uso agrícola. Usualmente a avaliação da terra para uso agrícola é feita tendo-se como base apenas o mapa de capacidade de uso, que já é um mapa síntese de algumas características ambientais, mas cujas classes não são necessariamente homogêneas. Ele não permite saber, por exemplo, quanto melhor uma área da mesma classe de solo é do que outra em termos de relevo, nem informa sobre a disponibilidade de fontes de água para irrigação e consumo, nem sobre o tipo de vegetação existente. Por isso, convém eleger e utilizar algumas variáveis adicionais que permitam realizar esse tipo de diferenciação e, assim, avaliar melhor a qualidade de cada parcela para uso agrícola.

Dos mapas anteriormente listados, o limite dos imóveis é fundamental, pois somente interessam os resultados da análise dentro desses limites. O mapa de capacidade de uso, obviamente, também não pode ser dispensado, já que é a informação básica nos projetos de assentamentos atualmente. A rede hidrográfica e a rede viária constituem informação importante pois informam, respectivamente, a disponibilidade de água para irrigação e consumo doméstico e animal e as facilidades de acesso e de escoamento da produção das futuras propriedades rurais individualizadas. As curvas de nível são fundamentais para gerar uma informação complementar extremamente importante, que é a declividade do terreno. Embora a declividade já seja levada em conta implicitamente no mapa de capacidade de uso, ela é contemplada apenas de forma qualitativa (Lepsch et al, 1983). Mesmo que a declividade não seja o fator mais limitante de uma área, ela auxilia a avaliar se uma parcela é melhor ou pior do que a outra dentro de uma escala aceitável. Por último, o mapa de uso/cobertura do solo também é de vital importância, pois informa a área ocupada por cada classe de uso (lavoura, pastagem, mata, etc.) e a localização das áreas de preservação permanente, que não devem ser afetadas pelo assentamento.

2.4.2. Homogeneização do formato dos dados

Depois de reunir todas as informações necessárias, o passo seguinte foi a estruturação das variáveis para que elas pudessem ser efetivamente utilizadas no software de geoprocessamento IDRISI. O primeiro passo foi uniformizar o formato de representação dos dados no computador, que envolveu a conversão dos arquivos vetoriais para o formato imagem ou *raster*, utilizado pelo IDRISI. Em seguida, a partir das curvas de nível foi gerado um MNT (Modelo Numérico de Terreno), que foi utilizado para a produção de um mapa de declividades. Concluído esse processo, todas as informações originais ficaram prontas para a análise em SIG, incluindo os seguintes dados:

- Limites dos três imóveis a avaliar
- Mapa de capacidade de uso do solo
- Rede hidrográfica
- Rede viária
- Mapa de declividades
- Mapa de uso/cobertura do solo

2.4.3. Análise de decisão em SIG

O desenvolvimento recente de ferramentas robustas e avançadas de apoio à decisão acrescentou no rol de capacidades de vários SIG novos aplicativos baseados em métodos específicos de análise de decisão desenvolvidos na área das ciências econômicas. Tornou-se possível a análise espacializada no desenvolvimento de modelos e cenários para apoio à decisão, como análises de viabilidade, de tendências, de vulnerabilidade, de risco ou de impactos ambientais, baseadas em critérios ou objetivos múltiplos.

O presente trabalho tem um objetivo, fazer um zoneamento da qualidade da terra nos três imóveis estudados, para cuja realização serão utilizados vários critérios. Portanto, enquadra-se em uma avaliação por critérios múltiplos (*Multi Criteria Evaluation* - MCE), método comum nas ciências econômicas para avaliar e agregar muitos critérios. Este problema com um único objetivo representa nosso *quadro de decisão*. O grupo de definição de áreas específicas é nosso *conjunto de decisão*, isto é, o conjunto de todos os locais aptos ao uso agropecuário.

Os critérios representados pelos dados selecionados são de dois tipos: barreiras/limitações absolutas (*restrições*) e fatores limitantes/limitações relativas (*fatores*). Restrições são aqueles critérios *Booleanos* que cerceiam ou

limitam nossa análise a regiões geográficas específicas. Neste caso, as restrições diferenciam áreas ou alternativas que podemos considerar aptas para uso agropecuário ou alternativas que não são aptas sob condição alguma. Fatores, por outro lado, são critérios que definem algum grau de aptidão para toda área considerada. Eles definem áreas ou alternativas em termos de uma medida contínua de aptidão, realçando ou diminuindo a importância de uma alternativa em consideração naquelas áreas fora das restrições impostas pelos critérios *Booleanos*, isto é, melhor capacidade de uso, cobertura do solo favorável, proximidade de cursos d'água e de rodovias ou declividades suaves.

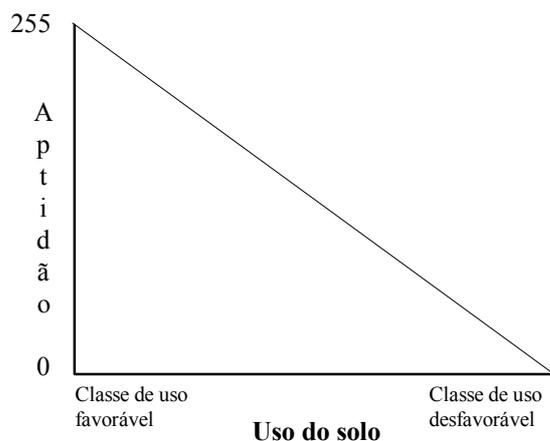
2.4.3.1. Padronização dos fatores (*Fuzzy*)

Antes de utilizar os critérios para a avaliação pretendida, os mesmos tiveram de ser reescalados para um intervalo numérico comum, um processo conhecido como *padronização*. A padronização é necessária porque cada critério está em uma unidade diferente. O mapa de capacidade de uso está em classes de capacidade, a declividade está em porcentagem, a distância das estradas e da rede hidrográfica está em metros e o uso e cobertura do solo está em classes.

A padronização é essencialmente um processo de conversão de valores de critérios em expressões de associação a conjuntos, isto é, sua associação ao conjunto de áreas para uso agropecuário, o conjunto de decisão. A padronização foi feita para um intervalo em nível de byte, entre 0 e 255, utilizando-se funções de associação fuzzy específicas para cada critério. A restrição representada pelos limites dos três imóveis foi mantida como imagem *Booleana*, que atuou como uma máscara no último passo de WLC, isto é, foi um critério de restrição.

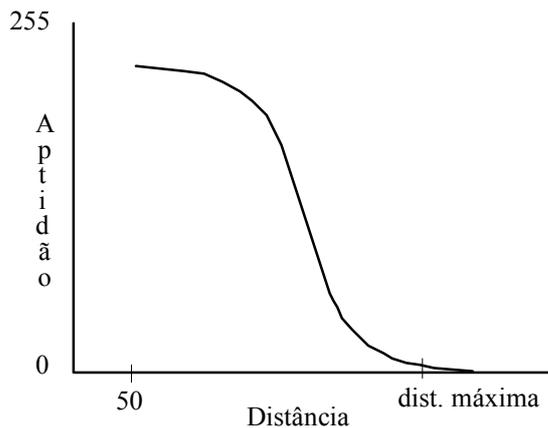
a) Fator capacidade de uso do solo: na escala de 0 a 255 foi atribuído o índice de aptidão 255 para solos Classe III, 191 para solos Classe IV, 128 para solos Classe VI, 64 para solos Classe VII e 0 para solos Classe VIII. As outras classes de capacidade de uso não mencionadas não ocorreram na área em análise, mas elas foram e devem sempre ser levadas em conta no momento de se estabelecer os índices. Por exemplo, na área analisada ocorreram a classe IV e a classe VI, mas a atribuição do respectivo índice levou em conta que existe também uma classe V entre elas, a qual receberia um valor entre essas duas se houvesse ocorrido na área.

b) Fator uso e cobertura do solo: em função do tipo de uso e cobertura do solo, a prática de atividades agropecuárias é favorecida ou dificultada e necessita investimento maior ou menor na preparação da terra. As classes de uso e cobertura foram reescaladas de modo similar ao efetuado com o fator capacidade de uso do solo. A ordem de reescalonamento também foi definida com base em discussões efetuadas com os técnicos do INCRA. Antes de definir valores entre 0 e 255, no entanto, houve a necessidade de reclassificar as classes de uso e cobertura do solo de modo a ordená-las hierarquicamente de acordo com o valor ou potencial econômico de cada uma delas. Após a hierarquização, foi aplicada uma função linear decrescente para o reescalonamento, isto é, à medida que a cobertura aumenta sua aptidão ao uso agrícola diminui, do ponto de vista de dificuldade em implantar uma lavoura, como mostra a figura a seguir.

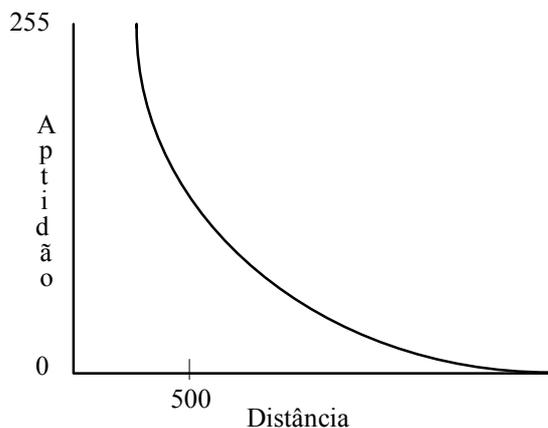


c) Fator distância da rede hidrográfica: para utilizar a hidrografia, foi calculado um mapa de distâncias da mesma, constituída por uma imagem na qual o valor armazenado em cada célula é a menor distância entre a célula e o rio mais próximo. O resultado é, portanto, uma superfície de distâncias (uma representação

especialmente contínua das distâncias). A distância de fontes d'água, não possui um decréscimo ou acréscimo linear de aptidão para uso agrícola. O Código Florestal, por exemplo, permite atividades agrícolas com um afastamento mínimo de cursos d'água baseado na largura média dos mesmos, no presente caso 50 metros, o que constitui as áreas de preservação permanente. Para o objetivo em questão, no entanto, quanto maior a proximidade de uma área de um curso d'água maior o seu valor, pois será mais fácil obter água para atender as necessidades do agricultor. Entretanto, o valor não diminui com o aumento da distância de uma forma constante, sendo que áreas dentro de intervalos de proximidade ou a partir de uma determinada distância podem ter o mesmo valor para uso agrícola. Essa variação foi descrita e aplicada através de uma curva sigmoideal decrescente, como mostra a figura a seguir.



d) Fator distância das rodovias: durante as discussões, os técnicos chegaram à conclusão que áreas a até 800 metros de rodovias têm valor semelhante para uso agrícola, ou seja, qualquer área dentro desta distância não enfrenta grandes dificuldades de acesso. Entretanto, dada a possibilidade de determinar um intervalo de aptidão, sugeriu-se que áreas a até 500 metros de rodovias são as mais aptas e áreas além dos 500 metros começam a ter um decréscimo contínuo de aptidão que se aproxima de 0 conforme aumenta a distância. Esta função foi descrita e aplicada através de um curva decrescente em forma de J, como mostra a figura a seguir.



e) Fator declividades: as áreas com declividades inferiores a 10% são as de melhor qualidade para uso agrícola. Entretanto, as declividades mais baixas são as melhores e qualquer declividade acima de a 45% (áreas de preservação permanente) é inapropriada. Para aplicar essa variação de aptidão foi novamente utilizada uma função sigmoideal para reescalonar os valores de declividade no intervalo de 0 a 255.

2.4.3.2. Construção da regra de decisão

A regra de decisão define o modo como os diversos critérios serão combinados entre si para chegar ao zoneamento desejado, devendo contemplar todos os aspectos envolvidos. Por exemplo, de um lado o INCRA tem interesse em distribuir terras para o maior número de famílias possível. De outro, há a necessidade de contemplar

cada família com uma parcela de terras economicamente viável e bem localizada em relação a estradas e fontes de água. Além disso, é necessário respeitar a legislação ambiental preservando florestas às margens dos rios e evitar a erosão em áreas com declividade muito elevada. Todas estas considerações devem ser incorporadas no processo de construção da regra de decisão, valorando-se cada fator de acordo com a avaliação multidisciplinar de sua importância no cenário de decisão. Para isso, é preciso adotar técnicas que permitam ponderar a influência de cada critério na determinação da qualidade da terra.

A ponderação foi efetuada através da comparação pareada das variáveis, um método simples onde os fatores foram comparados relativamente uns aos outros, sempre de dois a dois, em conjunto com os técnicos do INCRA. A comparação pareada permite estabelecer o fator mais importante e quanto cada um é mais importante que cada um dos demais em termos relativos. É uma etapa de debates e discussões, onde foi solicitado o conhecimento específico de vários profissionais, buscando-se contemplar adequadamente todos os fatores do maior número de pontos de vista possível. O resultado é uma matriz de comparação pareada simétrica, com número de linhas e número de colunas idêntico ao número de fatores comparados e em cujas células encontram-se os valores de comparação relativa.

Concluída a comparação pareada dos fatores, os pesos finais de cada um no resultado foram calculados através do método de derivação de pesos AHP (*Analytical Hierarchy Process*), muito usado em análise de decisão em ciências econômicas, que consiste no cálculo do autovetor principal da matriz de comparação pareada. O processo resulta em um peso para cada fator e numa avaliação de consistência da comparação pareada. O cálculo dos pesos pode ser feito iterativamente várias vezes, retornando-se à matriz de comparação pareada, ajustando-se os escores e calculando pesos até que uma razão de consistência aceitável seja alcançada.. Os pesos obtidos para cada fator são mostrados na tabela 1.

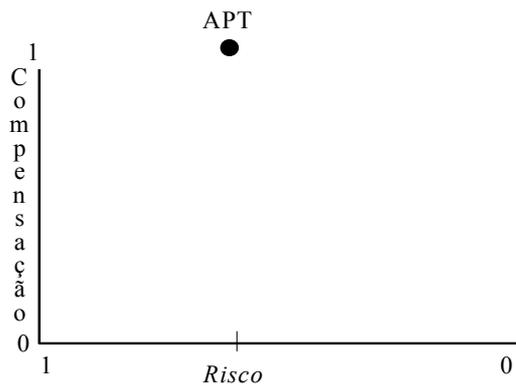
Tabela 1. Pesos obtidos através da comparação pareada dos fatores.

Fator	Peso do fator
Capacidade de uso do solo	0,44
Uso e cobertura do solo	0,26
Distância da rede hidrográfica	0,07
Distância da rede viária	0,05
Declividades	0,18

2.4.3.3. Aplicação da regra de decisão

O último passo no processo de agregação dos fatores foi a aplicação da regra de decisão, utilizando-se o método de agregação por critérios múltiplos denominado de Combinação Linear Ponderada (*Weighted Linear Combination - WLC*). No IDRISI for Windows a WLC é feita multiplicando-se cada fator padronizado pelo seu peso obtido da comparação pareada e somando-se a seguir todos os resultados. Uma vez feita a soma, o último passo no WLC é multiplicar as restrições *Booleanas* (no presente caso os limites dos imóveis) para eliminar as áreas que não interessam. A imagem final é uma medida agregada de qualidade da terra com valores entre 0 e 255.

O procedimento WLC permite uma compensação completa entre todos os fatores. O grau com que um fator pode compensar outro é determinado pelo seu peso. No presente estudo, um alto escore de aptidão em na declividade pode facilmente compensar um baixo escore de aptidão de uso do solo em um mesmo local. Na imagem resultante este local terá uma aptidão elevada. No cenário inverso, um alto escore de aptidão em uso do solo pode compensar um baixo escore de aptidão em declividade. O grau com que cada fator impacta o resultado final é limitado pelo seu peso. Em termos de risco relativo ou compensação, a WLC está exatamente no meio de um contínuo entre uma MCE *Booleana*, que usa a operação lógica AND (E) e é muito conservadora e contrária a riscos, e uma operação OR (OU), que aceita riscos. A WLC é caracterizada, portanto, por uma compensação plena e risco médio, como ilustra a figura a seguir.



2.4.4. Transferência de tecnologia

Para possibilitar a transferência de tecnologia para os técnicos do INCRA-RS, ilustrando as possibilidades de uso do geoprocessamento como subsídio à elaboração de projetos de assentamentos rurais, foi elaborado um exercício tutorial com os imóveis rurais utilizados no estudo. Produziu-se uma apostila contendo a explicação passo-a-passo das rotinas utilizadas e um conjunto de dados digitais dos imóveis, de forma que os técnicos pudessem exercitar a metodologia empregada de forma autodidata. Além disso, foi realizado um curso de treinamento no uso do software IDRISI, com duração de 40 horas, que objetivou fornecer aos técnicos os conhecimentos básicos sobre o software e possibilitar que o utilizassem para desenvolver o exercício.

3. RESULTADOS

O resultado do zoneamento constitui um mapa com o grau de qualidade da terra continuamente distribuído por toda a superfície dos imóveis, como mostra a figura 3. A partir dele é possível efetuar o parcelamento procurando dar lotes maiores às áreas de menor qualidade e lotes menores aos locais de maior qualidade, e verificar se a divisão proposta foi equânime através do cálculo da qualidade média de cada lote. Uma vez definidos os lotes, torna-se possível ainda calcular diretamente as suas características para cada critério utilizado no zoneamento, como a declividade média, máxima e mínima, a distância média de água e estradas, a área ocupada por cada tipo de uso/cobertura, a área de cada classe de capacidade de uso do solo em cada lote e a superfície de áreas de preservação permanente. Se os resultados não forem satisfatórios é possível redefinir os limites dos lotes e efetuar os cálculos novamente. O processo pode ser repetido tantas vezes quantas for necessário até considerar-se que a divisão proposta contempla de forma aproximadamente igual todos os futuros assentados.

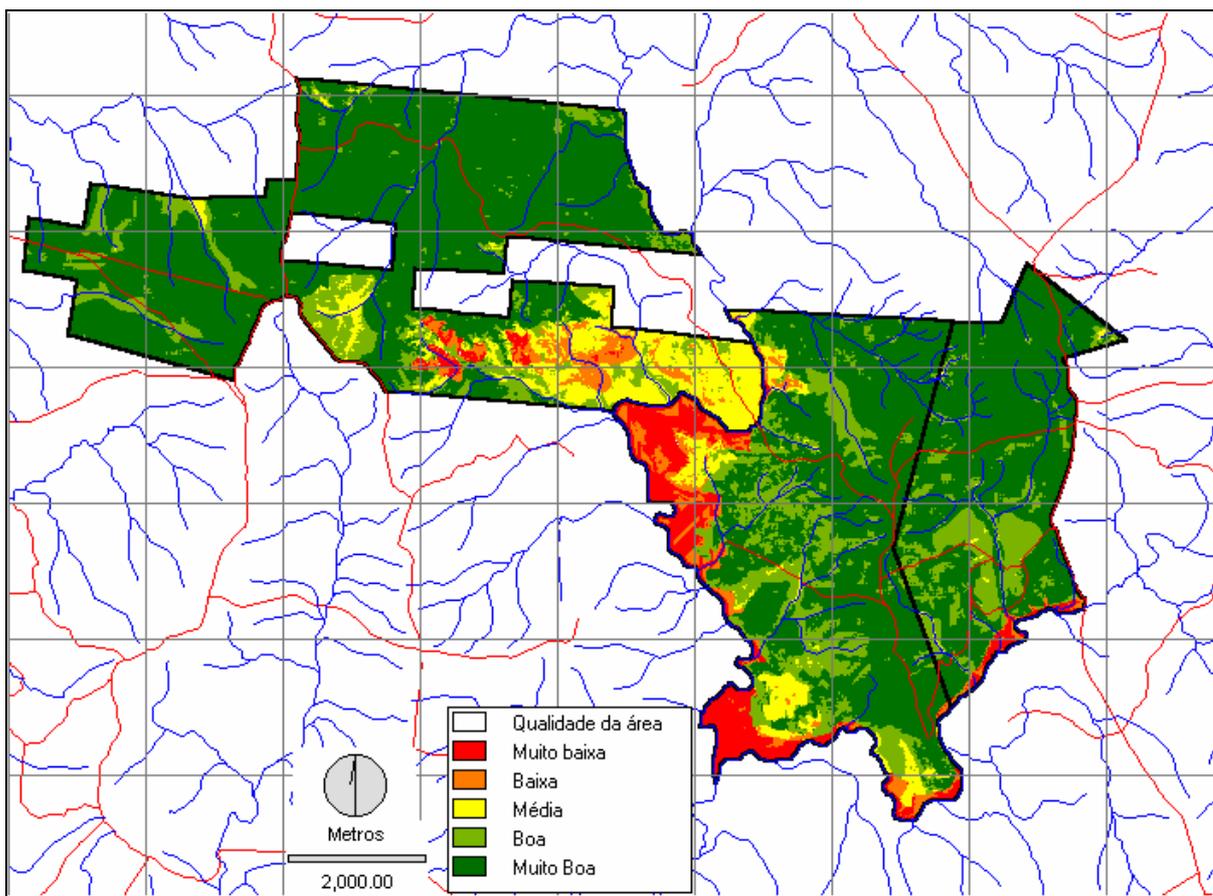


Figura 3. Mapa de qualidade da terra dos 3 imóveis avaliados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos aqui descritos constituem apenas um exemplo de como é possível trabalhar com um sistema de informação geográfica para auxiliar no parcelamento de imóveis em projetos de assentamento. Eles podem ser adaptados para qualquer região do Brasil, de acordo com os fatores físicos e ambientais locais que determinam a limitação ou potencial econômico das terras. É possível elaborar cenários incluindo peculiaridades regionais e valorizando o conhecimento de técnicos locais, bem como eliminar critérios sem importância ou introduzir novos critérios.

Além do zoneamento da qualidade da terra, o conjunto de mapas gerados antes do projeto de assentamento também poderá vir a ser utilizado em etapas posteriores ao estabelecimento dos novos assentamentos. Um sistema de geoprocessamento permite ainda, por exemplo, registrar geograficamente os limites das parcelas rurais individualizadas e criar um banco de dados cadastrais e sócio-econômicos dos respectivos proprietários. A ligação deste banco de dados ao mapa fundiário fornece uma base sólida para o acompanhamento e monitoramento dos agricultores assentados, permitindo a atualização periódica dos dados e estudos de potencialidade e dinâmica de evolução das parcelas, o que também é uma função do INCRA.

Assim, o geoprocessamento pode passar a integrar praticamente todas as etapas, da desapropriação até o monitoramento pós-assentamento, otimizando o uso do material cartográfico e de equipamentos, reduzindo a subjetividade nas avaliações e evitando a redundância de procedimentos. Cada imóvel analisado passa a dispor, por consequência, de uma espécie de atlas digital permanente e acessível a qualquer momento e para qualquer finalidade. A informação estruturada em um SIG tem ainda a vantagem de constituir uma base de dados que pode ser compartilhada com outras instituições que têm como território de trabalho a mesma área geográfica objeto do

INCRA. Isso colabora na redução de custos na montagem e manutenção de bases de dados e na economia de recursos financeiros investidos no planejamento e gerenciamento regional.

Finalmente, há que se ressaltar que a viabilidade de adoção dos procedimentos aqui propostos dependem em grande parte da comunicação entre as diferentes divisões/departamentos do INCRA, especialmente a Z1 com a Divisão de Cartografia e Recursos Naturais e o Fundiário. Essa tendência de interconectar os diferentes setores das organizações é mundial, pois isso representa agilidade, economia de recursos, redução de erros e redução de redundância de dados e de procedimentos. Possibilita que os técnicos passem a ter uma visão do todo e a conhecer o trabalho e cooperar com colegas de outras divisões. Se a dificuldade de integração não for superada, muito provavelmente não haverá possibilidade de se adotar o uso de SIG para os seus fins mais nobres. Este é o primeiro gargalo a ser vencido, juntamente com o treinamento dos técnicos por ventura envolvidos no processo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burrough, P.A. 1992. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford University press. Oxford. 194p.
- Eastman, R.; Kyem, P. A. K.; Toledano, J.; Jin W. 1993. *Explorations in Geographic Information Systems Technology: GIS and Decision Making*, UNITAR. Worcester, MA.
- Lepsch, I.C., Belinazzi Júnior, R., Berolini, D., Espíndola, C.R. 1983. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, São Paulo. 175p.
- Moreno, J. A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura.
- Wolski, M. S. 1997. *Contribuição à cartografia geotécnica de grandes áreas com o uso de sistemas de informações geográficas: uma aplicação à região do médio Uruguai (RS)*. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. Florianópolis. 120p.