

PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE PROPRIEDADES RURAIS A PARTIR DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS COM AUXÍLIO DE SIG E ANÁLISE MULTICRITÉRIO

FERRARI, Gabriel Vieira MSc. (1); HOCHHEIM, Norberto Dr. (2)

(1) Rua Lauro Linhares, 847. Trindade. CEP 88036-001. Florianópolis. SC.

e-mail: gabriel@iaccess.com.br

(2) UFSC. Centro Tecnológico. Depto. Eng. Civil. Campus Universitário - Trindade.

Caixa Postal nº476. CEP 88010-970. Florianópolis. SC. Fax (048) 231-9770

e-mail: hochheim@ecv.ufsc.br

ABSTRACT

The priority identification at making decision process, under the vision of multiples criterion, frequently happen on situation where conflicts interest exist together.

The multicriterion analyze, developed under operational research, have by purpose aid the analyst and decision makers in situation where exist multiple criterion.

The information that compose the fundamental base of rural technical cadastre, may aid the decision maker to ranking farms and/or micro basin.

The purpose of this paper is use information from Porto Vitória technical cadastre, on Geographic Information Systems environment, to generate new data as input to Multicriterion Analyse program developed with Fortran 77, and contribute to improve decision making in rural area.

Keywords: Priorization, mulcriterion analyze, geographic information systems, multipurpose technical cadastre.

RESUMO

A identificação de prioridades em processos de tomada de decisão, sob a ótica de múltiplos critérios, ocorre normalmente em situações onde coexistem interesses conflitantes.

A análise multicritério, desenvolvida no ambiente da pesquisa operacional, tem por objetivo auxiliar aos analistas e tomadores de decisão em situações onde existem múltiplos critérios orientando sobre a decisão a ser tomada.

As informações que constituem a base fundamental dos cadastros técnicos rurais, podem auxiliar os tomadores de decisão no sentido permitir a priorização de alternativas, seja a nível de microbacias hidrográficas ou de propriedades rurais.

Os cadastros técnicos concebidos dentro de uma visão mais atual, estão baseados em informações alfanuméricas e cartográficas para descreverem a realidade.

Os Sistemas de Informação Geográfica tem apresentado um grande desenvolvimento na última década, no sentido de gerenciar informações alfanuméricas e cartográficas, apresentando-se como eficientes sistemas para a manipulação de informações cadastrais.

A conjunção entre cadastro técnico, sistema de informações geográficas e análise multicritério em ambientes computadorizados, oferece possibilidades eficientes para apoiar processos de tomada de decisão.

Este artigo tem por objetivo principal, contribuir para uma utilização mais eficiente dos sistemas cadastrais rurais no país, como suporte aos processos de tomada de decisão.

Palavras chave: Priorização, análise multicritério, SIG, cadastro técnico multifinalitário.

1. INTRODUÇÃO

A busca do estado democrático, pressupõe um processo de tomada de decisão contínuo e claro. Durante o período entre as duas grandes guerras, os estrategistas militares desenvolveram e/ou aperfeiçoaram métodos científicos para facilitar a tomada de decisão em situações complexas. Após este período, estes métodos passaram a ser estudados e adaptados por cientistas, para serem aplicados a situações de tomada de decisão de atividades diversas do cotidiano das sociedades.

As organizações públicas atuam, normalmente, em um contexto de interesses conflitantes, diversos e complexos, tornando a disponibilidade de informações fundamental para o desenvolvimento de políticas governamentais. Este fato, se acentua face a falta de recursos para saúde, educação e demais tarefas de sua responsabilidade. No meio rural esta situação não é diferente, seja do ponto de vista social, do ponto de vista físico-territorial e principalmente do ponto de vista econômico.

Para atuar sobre o comportamento dos produtores rurais, as estruturas de planejamento, tomada de decisão e extensão rural necessitam conhecer a terra e a forma que os produtores se relacionam com esta.

Os Cadastros Técnicos Multifinalitários Rurais - CTMR, assim como concebidos por europeus e norte americanos, são estruturas muito valiosas para os processos de planejamento, gestão e administração de um espaço físico-territorial definido, oferecendo uma visão detalhada sobre o ambiente. Por sua vez, o desenvolvimento da informática nas últimas duas décadas e o surgimento dos softwares denominados Sistema de Informações Geográficas - SIG, passaram a oferecer ferramentas automatizadas, eficientes e poderosas para a manipulação das informações contidas nos CTMR. A Pesquisa Operacional, por sua vez, fornece ferramentas auxiliares em apoio aos processos de tomada de decisão. Dentre as diversas técnicas e metodologias, a Análise Multicritério preocupa-se em lidar com situações onde existam interesses conflitantes, possibilitando aos técnicos agregar diversos critérios. A priorização de microbacias e/ou propriedades rurais é um exemplo de tomada de decisão onde existe a interação de diversos fatores.

O Cadastro Técnico de Imóveis de Porto Vitória, implantado a partir de 1982, possui uma gama importante de informações sobre o meio rural deste município, porém, a baixa utilização destas informações deixa uma lacuna nos processos de planejamento e tomada de decisão.

O ponto central deste artigo é o desenvolvimento/adaptação de metodologias que apoiem o processo de tomada de decisão por autoridades e técnicos que necessitem identificar prioridades para planejar e gerenciar a utilização do solo em propriedades e microbacias. Desta forma, são utilizadas as informações físicas a respeito do uso atual do solo e do potencial de uso deste solo disponíveis no Cadastro Técnico de Imóveis Rurais (CTIR) de Porto Vitória - Paraná.

1.1. Justificativas e Limitações

O uso do Cadastro Técnico Multifinalitário Rural, na América do Norte, Europa e Austrália, é um fato comum há mais de um século, porém, sua utilização no Brasil é recente. Desta forma, ainda não existe uma ampla consciência, entre administradores e técnicos, quanto às potencialidades e importância deste instrumento para os processos de gestão físico-territorial.

O Estado do Paraná e o Governo da Alemanha, canalizaram esforços e recursos para a implantação e disseminação da utilização de Sistemas Cadastrais no País, a partir da década de 80. O município de Porto Vitória foi a área piloto para implantação do projeto.

Dentre os sete objetivos do Cadastro Técnico de Imóveis Rurais, descritos na Ata de lançamento do Projeto (PARANÁ & REP. FEDERAL DA ALEMANHA, 1982) cabe descrever dois:

1) intensificar o uso e incrementar a produtividade do solo paranaense, através do estabelecimento da vocação e potencialidade agropecuária;

2) oferecer ao produtor um planejamento integrado da sua propriedade, com a devida orientação técnica, proporcionando melhoria na qualidade de vida.

As informações geradas pelo Cadastro, infelizmente, têm sido pouco utilizadas pelas agências de gestão do meio rural no Estado, para atingir os objetivos acima estabelecidos.

Este trabalho visa explorar os conhecimentos sobre Cadastro Técnico Multifinalitário Rural e sobre as informações do Município.

A área de estudo está situada nas folhas 8-H-0-0405 e 8-H-0-0406 do Cadastro Técnico de Imóveis Rurais do Município de Porto Vitória no Paraná.

O potencial oferecido pelo conjunto das informações do Cadastro Técnico de Imóveis Rurais de Porto Vitória, explorados com as ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica e de Análise Multicritério, possibilitou utilizar métodos científicos avançados para a solução de problemas complexos na área rural (microbacias).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cadastro Técnico Multifinalitário

Nos seus primórdios, o mapa cadastral - principal componente do sistema cadastral - tinha como informação um diagrama dos limites das propriedades. Com sua evolução, em alguns países, o mapa cadastral tornou-se uma representação detalhada da superfície da terra, desenhando não somente os limites das propriedades, como representando outras características naturais e artificiais do terreno (BLACHUT, 1974).

Na Alemanha, o cadastro desenvolveu-se partir do início do século passado, como meio para uma justa fiscalização imobiliária. Num segundo período, completado em meados de 1900, serviu de registro e garantia da propriedade do terreno. Com o crescimento do processo de urbanização na década de 20, o qual exigia maior número de dados para o planejamento local e regional, os cadastros passaram inclusive a ser utilizados para fins de planejamento, tomando um caráter multifinalitário (BÄHR, 1994).

Os cadastros atualmente conhecidos, evoluíram de um conjunto de informações identificando os limites das propriedades para sistemas que tinham por objetivo congregar informações diversas sobre determinada região, adquirindo, desta forma, um caráter multiusuário, quando passaram a ser chamados de cadastros técnicos multifinalitários.

Em muitos países desenvolvidos, o cadastro técnico multifinalitário é um instrumento utilizado há muitos anos, porém, no Brasil sua utilização ainda é recente (SILVA & LOCH, 1994).

Segundo o INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS (1982), citado por SCHNEIDER & LOCH (1994), o cadastro técnico de imóveis rurais em implantação no Paraná tornar-se-ia um instrumento valioso para alcançar os seguinte objetivos:

- intensificar o uso do solo;
- incrementar a produtividade do solo;
- aumentar a arrecadação tributária;

- adequar a tributação da propriedade ao uso potencial do solo;
- garantir objetivos do ITR;
- oferecer informações adequadas para planejamento agropecuário.

Os sistemas de informações cadastrais podem propiciar uma visão particular e geral do espaço (rural, urbano ou regional) nos seus aspectos físico-territoriais, fornecendo aos tomadores de decisão, uma indicação rápida e segura de subsídios para solucionar problemas existentes em determinada área (LOCH, 1994).

O cadastro técnico multifinalitário rural está composto principalmente por uma estrutura espacial georreferenciada, que é uma composição de mapas base, onde podem ser justapostas informações cadastrais gráficas e alfanuméricas (SEIFFERT & LOCH, 1994), oferecendo, desta forma, uma visão detalhada sobre meio rural (SCHNEIDER & LOCH, 1994b).

Para atingir pleno êxito, os sistemas cadastrais devem estar fundamentados em três princípios básicos: medição, legislação e economia (LOCH, 1992).

2.2. Sistemas de Informação Geográficas

Os SIGs são programas que, através da utilização de dados espaciais (cartográficos) e alfanuméricos tabulares, permitem a obtenção de novas informações. Estes programas têm por característica fundamental o trabalho com diversos planos de informações, permitindo a utilização de modelos matemáticos para os processos de análise das informações existentes nos diversos planos sobrepostos.

Nos SIGs, os mapas consistem na principal base para a tomada de decisões (WEIBEL, 1992).

Segundo WORRALL (1990), o principal subsídio do SIG está na sua capacidade de contribuir para o desenvolvimento de uma maior responsabilidade política e uma maior eficiência no planejamento urbano e regional.

O planejamento regional e urbano são frequentemente difíceis de serem resolvidos. Os SIGs têm sido desenhados para auxiliar na solução de tais problemas, fornecendo um conjunto de ferramentas com facilidades para análise, modelagem e projeção (CARVER, 1991; JANSSEN & RIETVELD, 1990).

Os SIGs têm evoluído através de três vastas áreas de aplicação: como base de dados de informações (sendo um meio para ordenar e acessar dados geográficos), como ferramenta de análise (através da relação lógica e matemática entre *layers*¹ de informação) e atualmente verifica-se um terceiro estágio, como um sistema de suporte a decisão (EASTMAN et al., 1995).

O SIG fornece ao tomador de decisão um poderoso conjunto de ferramentas para a manipulação e análise da informação espacial, porém, esta lista de ferramentas ainda não está completa. Por exemplo, é muito restrita a possibilidade de encontrar métodos de análise multicritério em SIGs (CARVER, 1991; JANSSEN & RIETVELD, 1990).

Os programas SIG comercialmente disponíveis, carecem de aplicações que permitam a formulação de questionamentos através de AMC, desta forma a interação entre o decisor e o analista ocorre no ambiente externo ao SIG (PEREIRA & DUCKSTEIN, 1993).

O estudo de aplicativos que integrem as potencialidades da AMC ao ambiente SIG é uma lacuna do conhecimento da área de geoprocessamento, ainda por ser explorada e desenvolvida.

¹ LAYER - palavra da língua inglesa, que entre as tecnologias CAD, SIG e outras, indica a representação gráfica de objetos desenhados em diferentes níveis ou camadas de informação.

2.3. Planejamento e Ordenamento Territorial no Contexto das Microbacias

O administrador enfrenta a necessidade de tomar contínuas decisões, que irão afetar o presente e o futuro da comunidade (FAMEPAR, 1990). O planejamento por microbacias busca atuar sobre o uso do solo ao nível de bacias hidrográficas.

Segundo EMATER - Paraná (1988), "microbacia hidrográfica é a área física compreendida entre um fundo de vale (rio, riacho, sanga, várzea, linha de drenagem) e os divisores de água".

Segundo VARELA (1992), a bacia hidrográfica é um fenômeno sistêmico onde as interações de seus componentes biofísicos, sócio-econômicos e sócio-culturais têm como objetivos proporcionar diferentes produtos energéticos para o bem comum da sociedade que se relaciona com ela. Algumas vezes, a conotação tradicional de bacias, entendidas como um sistema biofísico determinado por seus limites naturais, é insuficiente para seu adequado ordenamento, necessitando a assimilação de um enfoque mais regional para o processo de planejamento.

O programa de microbacias hidrográficas visa enfrentar os problemas de recursos naturais de forma global e integrada, aumentando a produtividade e a produção, procurando evitar o desgaste e o depauperamento do solo (LOMBARDI NETO, CAMARGO et al., 1992).

A estratégia de ação fundamentada em microbacias hidrográficas como unidade de delimitação do espaço agrário, para fins de redução dos processos de degradação do solo, visa abranger a totalidade das unidades produtivas presentes na microbacias (LAURENTI, 1993).

2.4. Uso e Conservação do Solo e da Água

O solo constitui-se num recurso não renovável a curto prazo e disponível só em quantidades limitadas. O controle de erosão tem por objetivo manter o solo em seu local de origem, permitindo uma produção agrícola duradoura e econômica e uma diminuição na sobrecarga sobre o meio ambiente (GTZ, 1991).

Apesar do desenvolvimento tecnológico quanto aos processos produtivos no meio rural, a qualidade do solo ainda é fundamental para a desenvolvimento econômico e social.

O uso do solo rural no sul do Brasil, sofre ainda, nos dias atuais, grande influência, dos moldes tradicionais que os imigrantes trouxeram do continente europeu.

O estudo conservacionista a nível de bacias hidrográficas, preocupa-se principalmente em atuar sobre o ambiente a fim de minimizar os efeitos negativos provocados por algumas etapas do ciclo hidrológico e pela interação entre o agente humano e o meio físico.

A solução ao processo continuado de degradação do uso do solo no meio rural, deve estar alicerçada em bases conservacionistas, tendo por função, guiar decisões relativas ao uso da terra, de forma a equilibrar os interesses inerentes ao processo de planejamento, com os interesses de conservação dos recursos naturais para as gerações futuras (FAO, 1976 citado por FUNDAÇÃO CARGILL, 1985).

Os objetivos fundamentais de um planejamento ou plano conservacionista são: elevar a produtividade da terra ao seu nível máximo de rendimento, se possível indefinidamente, num sistema de exploração eficiente, racional e intensivo, sem empobrecê-la nem destruí-la (RIO GRANDE DO SUL, 1985). Para tal, o planejamento conservacionista requer um levantamento das características condicionadoras da capacidade de uso do solo, visto que o uso racional do solo deve estar condicionado com as potencialidades de utilização de cada gleba (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

As classes de capacidade de uso são caracterizadas apenas do ponto de vista físico da terra, ou seja, das condições inerentes do solo e ecológicas locais (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

O sistema de capacidade de uso da terra proposto por LEPSCH (1983) está estruturado em grupos, classes, subclasses e unidades, como descrito abaixo:

- Grupos de capacidade de uso (A, B e C): estabelecidos com base nos tipos de intensidade de uso das terras;
- Classes de capacidade de uso (I a VIII): baseadas no grau de limitação de uso;
- Subclasses de capacidade de uso (*e*, *s*, *a* e *c*): baseadas na natureza da limitação de uso;
- Unidades de capacidade de uso (IIe-1, IIe-2, IIIe-1, etc.): baseadas em condições específicas que afetam o uso ou manejo da terra.

2.5. Apoio à Tomada de Decisão e Análise Multicritério (AMC)

A utilização de mapeamentos com informação sobre a capacidade de uso das terras têm por objetivo orientar os proprietários e os gestores públicos no sentido de obter melhor proveito do solo como fator produtivo. O cruzamento entre uso do solo com a sua capacidade de uso oferece informação sobre os conflitos de uso do solo em determinada região ou propriedade.

Em atividades do processo de administração e gerenciamento ocorrem continuamente situações onde existe a necessidade de tomada de decisão. Quando este processo apresenta elevada importância, seja pelo volume de recursos envolvidos ou pelos riscos envolvidos, este deve estar baseado em: informações disponíveis e consistentes; em critérios reais e conhecidos; e em modelos analíticos conhecidos.

Nos processos de tomada de decisão, cabe ao tomador de decisão identificar suas necessidades para atingir determinado objetivo, enquanto o analista/cientista, utilizando um conjunto de instrumentos, deve orientar o processo de tomada de decisão. Porém, a responsabilidade final de decisão continua por conta do decisor (BANA E COSTA, 1995a; CHURCHMAN, 1962).

Diversos termos e conceitos têm sido empregados para descrever o processo de apoio à tomada de decisão.

Segundo DENIS BOUYSSOU, citado por BANA E COSTA & VINCKE (199?), auxílio à decisão consiste em tentar fornecer respostas a questões levantadas pelos atores envolvidos no processo de tomada de decisão utilizando um modelo claramente especificado. "Assistência à Decisão Multicritério" ou "Tomada de Decisão Multicritério" refere-se, usualmente, a um conjunto de métodos que possibilitam ao usuário agregar diversos critérios de avaliação com o objetivo de selecionar uma ou diversas "ações" (projetos, soluções, elementos de solução de um problema,...) (LAGRÈZE, 1985).

Segundo BOYCE et al. (1970), citado por VOOGD (1982), a utilização da técnica de Análise Multicritério - AMC, foi introduzida na área de planejamento urbano e regional na década de 60.

De acordo com VOOGD (1983), citado por CARRIÃO (1993), o método de análise multicritério tem por objetivo investigar as possibilidades de escolha à luz de múltiplos critérios e prioridades conflitantes.

Segundo JANSSEN & RIETVELD (1985), o problema trabalhado pela análise multicritério está na forma de julgar as alternativas com base em dois elementos:

- I) São identificadas as alternativas i ($i = 1, \dots, I$) e os critérios de decisão j ($j = 1, \dots, J$), e e_{ij} denota o efeito da alternativa i de acordo com o critério j ;
- II) A importância do critério de decisão será denotada através do peso w_j ($j = 1, \dots, J$), onde o peso é então sintetizado no vetor de peso W .

A importância de cada critério j , pode variar dependendo do conjunto de alternativas I ou dependendo do ponto de vista através do qual as alternativas estão sendo avaliadas (visão do planejador, visão do administrador, visão do conservacionista, visão do ambientalista, etc).

O planejador urbano e regional, freqüentemente, enfrenta a tarefa de classificar, analisar e organizar informações disponíveis a respeito de seleção de possibilidades. A seleção pode ser um número de alternativas de planos, lugares para a construção, planos urbanos de renovação, implantação de procedimentos, etc. Uma forma atrativa de lidar com este tipo de tarefa é utilizando técnicas multicritério, que são capazes de avaliar um número discreto de alternativas através de critérios explicitamente formulados (VOOGD, 1982).

Para a utilização de dados diferentes no processo de análise, torna-se necessária a aplicação de técnicas que permitam comparar estes dados. Para isto, os valores são padronizados. A padronização do dado freqüentemente, advém como uma consequência da necessidade de integrar, dentro do processo de avaliação, dados medidos não somente em diferentes unidades, mas em diferentes escalas de medidas, como nominal, ordinal, intervalar e escalas de proporção (PEREIRA e DUCKSTEIN, 1993).

Existem diversas técnicas para normalização dos valores (CARVER, 1991).

Segundo VOOGD (1983), citado por CARRIÃO (93), é mais recomendado em processos de somatória de pesos, que se use o seguinte método de normalização dos valores em todas as matrizes:

$$\text{Valor Normalizado} = \frac{\text{valor original}}{\text{maior valor}}$$

Desta forma, segundo (VOOGD, 1982) o resultado da normalização apresentará um valor correspondente ao intervalo:

$$0 < e_{ji} < 1$$

Após a aplicação dos processos de normalização inicial deve-se aplicar valores aos diversos fatores que orientarão o processo de escolha ou de classificação das alternativas. Isto ocorre, porque em um processo de decisão, os fatores normalmente não apresentam o mesmo grau de importância para a tomada de decisão. Por exemplo, o grau de importância da cor e da potência de um veículo novo apresentam valores diferentes quando um indivíduo esta selecionando um carro para aquisição.

Os pesos podem ser estimados direta ou indiretamente. Existe uma variedade de métodos para estimar e modelar preferências. A utilidade de cada um depende, entre outros, da quantidade de tempo necessária, do grau de dificuldade para compreensão, da precisão dos resultados e do espectro de problemas no qual o método será aplicado (NIJKAMP, RIETVELD & VOOGD, 1990).

Para aplicação do método de declaração de pesos diversas técnicas têm sido desenvolvidas para transformar declarações verbais em resultados quantitativos: escala de sete-pontos [OSGOOD (1957), citado por NIJKAMP, RIETVELD & VOOGD (1990)]; escala de cinco-pontos [EATON (1976), citado por NIJKAMP, RIETVELD & VOOGD (1990)]; escala de nove pontos [SAATY (1977), citado por JANSSEN & RIETVELD (1985); EASTMAN et al. (1995)].

Segundo HOCHHEIM (1986), quando a atribuição dos pesos é feita por um grupo de pessoas que trabalham em equipe, torna-se necessário então obter uma estimativa média, cuja configuração seja uma combinação das avaliações individuais das pessoas envolvidas no processo. Segundo o mesmo autor, dentre o métodos recomendados está o método Delphi, que determina que a estimativa do grupo seja uma combinação das estimativas individuais. O método Delphi foi desenvolvido para obter-se opiniões de especialistas, apresentando como característica principal

sua ênfase em proporcionar um consenso entre especialistas sobre determinado tópico através de uma série de questionários.

Segundo CSILLAG (1991), a técnica do "brainstorming" desenvolvida originalmente por OSBORN (1930), tem por objetivo a geração de idéias através da associação livre em grupos. No "brainstorming" os participantes são estimulados a expor suas idéias, sem censura, mesmo que a princípio estas possam ser absurdas (ALMEIDA, 1987).

O vetor de pesos é outro componente de diversos métodos de AMC, onde cada peso reflete a importância aplicada ao critério (JANSSEN e RIETVELD, 1990). Cada fator é multiplicado por um peso e então somado para chegar a um índice final de adequabilidade e, na análise de concordância/discordância (EASTMAN et al., 1995).

A somatória de pesos é um dos métodos mais simples para aplicar a análise multicritério (adicionando o produto da multiplicação entre alternativas e respectivos pesos, obtendo um índice), porém, este método requer uma normalização anterior dos escores (JANSSEN & REITVELD, 1985).

O ponto de partida básico de qualquer AMC é a construção de uma matriz de avaliação e a obtenção de elementos que reflitam as características de um conjunto dado de alternativas escolhidas sobre a base específica de um conjunto de critérios. Assumindo uma matriz S consistindo de 1,... I alternativas e 1,... J critérios, o elemento S_{ij} descreve a pontuação das alternativas I de acordo com os critérios J (CARVER, 1991).

Os programas SIG comercialmente disponíveis carecem de aplicações que permitam a formulação de questionamentos. Desta forma, a interação entre o decisor e o analista ocorre no ambiente externo ao SIG (PEREIRA & DUCKTEIN, 1993).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As informações disponíveis no Cadastro de Imóveis Rurais do Município de Porto Vitória - Paraná, forneceram os dados para o desenvolvimento deste trabalho. Dos mapas cadastrais disponíveis foram obtidas as seguintes informações: estrutura fundiária, uso do solo, uso potencial do solo e limite de microbacias para meio digital permitindo sua utilização no ambiente SIG, para serem utilizadas do ambiente SIG, onde ocorreram cruzamentos. Os cruzamentos efetuados tinham por objetivo obter informações sobre a ocorrência de "conflitos de uso do solo" ao nível das propriedades rurais. Após os cruzamentos foram gerados arquivos contendo os identificadores de uso do solo, uso potencial e propriedade de cada gleba (polígono resultante). Estes arquivos foram exportados para serem utilizados como entrada na AMC desenvolvida em Fortran 77.

3.1. Modelo da AMC

Os arquivos gerados do SIG são utilizados para fornecer informação de entrada para a AMC. A partir dos arquivos é montada a matriz de conflitos onde o número de colunas depende do número de propriedades e o número de linhas depende do número total de conflitos, que deve ser igual ao número total de conflitos das matrizes de pesos. Dos arquivos exportados do SIG toma-se o valor de área de cada conflito e substitui-se na matriz de conflitos.

A matriz de conflitos foi estandardizada tomando-se o maior valor em cada linha, isto é, o maior valor de área para cada conflito entre todas as microbacias ou propriedades, dividindo-se todos os valores da linha pelo maior valor obtido.

A aplicação de pesos aos conflitos foi feita tomando-se como base dois pontos de vista: o ponto de vista ambiental - PVA e ponto de vista econômicos - PVE. O PVA e o PVE foram obtidos com o apoio de um grupo de seis especialistas da EPAGRI que atua na definição de

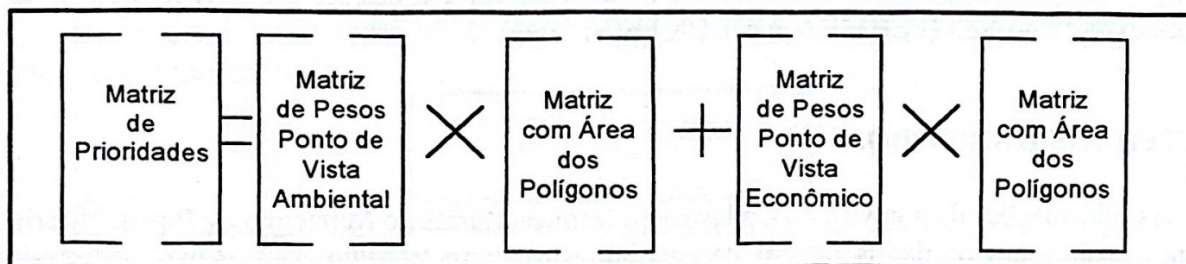
classes de uso e uso potencial do solo dentro do componente de mapeamento do Projeto Microbacias de Santa Catarina. Foram montadas duas matrizes que fornecem informação sobre os pesos atribuídos a cada ponto de vista:

- matriz de pesos do PVA - a matriz de pesos é uma matriz 7 X 8 onde são atribuídos os pesos aos conflitos de uso do solo. As oito classes de uso potencial do solo estão nas linhas e as sete de uso do solo nas colunas. No cruzamento de cada uso com cada uso potencial são atribuídos pesos variando de "um a sete" dependendo da importância do conflito. Por exemplo cultura anual em classe VIII de uso potencial tende a receber a maior pontuação, já a classe cultura anual em classe I tende a receber um nota mais baixa próxima a um;

- matriz de pesos do PVE - da mesma forma que na matriz anterior são atribuídos pesos aos conflitos, porém, sob a ótica econômica. Por exemplo, sob a ótica ambiental o conflito entre uso do solo com mata nativa e classe de uso potencial I apresenta uma pontuação baixa (baixa prioridade), porém, sob a ótica econômica uma gleba com classe I apresenta potencial de uso para atividades agrícola mais rentáveis economicamente, desta forma este conflito sob o ponto de vista econômico deverá receber uma pontuação maior.

As matrizes de conflito, PVA e PVE foram estandardizadas tomando-se o maior valor atribuído dentro de cada matriz e dividindo-se todos os conflitos pelo maior valor, obtendo-se então valores compreendidos entre zero e um.

Após a estandardização da matriz de conflitos, aplica-se o PVA e o PVE sobre a matriz com a área dos polígonos:



os resultados das duas multiplicações são então somados em uma nova matriz. Esta matriz é estandardizada linha a linha. O resultado dos conflitos de cada propriedade são somados obtendo-se um valor total para cada indivíduo. As somas são novamente estandardizadas, obtendo-se um valor entre "zero e um" como escore para cada indivíduo.

4. RESULTADOS e ANÁLISES

Foi possível constatar que ocorreu variação no resultado obtido na aplicação da AMC. A ordem de priorização diferiu de acordo com o ponto de vista PVAmbiental, PVEconômico ou PVA+PVE, como pode ser constatado na Tabela 1 com os resultados da AMC.

A ordem de priorização PVA, PVE e PVA+PVE variou de acordo com o critério utilizado.

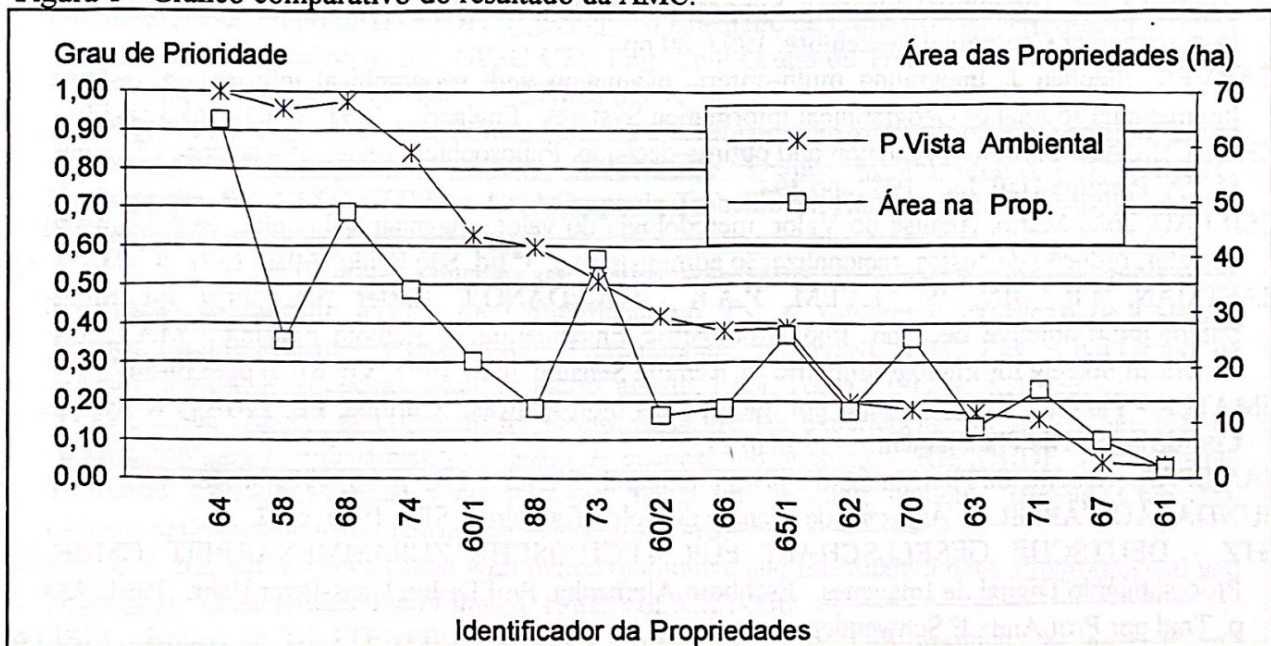
Os pesos finais do PVA, na microbacia do estudo, que apresentaram um valor total de 7,508 são maiores que os obtidos pelo PVE que foram de 7,470, indicando que nesta microbacia o PVA apresentou maior importância sobre o resultado final obtido. Pode ser verificado na Tabela 1 que ocorreu variação na prioridade obtida para cada propriedade em função do ponto de vista, indicando que a escolha de uma das três possibilidades como forma para estruturar um *ranking* de prioridade entre as propriedades, apresenta resultado diferente.

O resultado de priorização apresentou uma tendência de aumento com o aumento do tamanho da propriedade, apresentando uma correlação de 0,84 entre o tamanho da propriedade e o resultado final da AMC (Figura 1).

Tabela 1 - Resultado da AMC

Nº Prop.	Área (m ²)	Ponto de Vista Ambiental	PVA Posição	Ponto de Vista Econômico	PVE Posição	Ponto de Vista Amb. + Econ.	PVA+PVE Posição
64	647.374,63	1,000	1	1,000	1	1,000	1
58	248.262,55	0,955	3	0,948	2	0,951	2
68	480.219,41	0,974	2	0,918	3	0,946	3
74	339.815,53	0,841	4	0,840	4	0,840	4
60/1	212.153,89	0,628	5	0,648	5	0,638	5
88	126.561,27	0,596	6	0,426	9	0,511	6
73	396.342,13	0,510	7	0,487	6	0,498	7
60/2	113.578,89	0,422	8	0,458	8	0,440	8
66	127.414,77	0,380	10	0,468	7	0,424	9
65/1	258.093,72	0,388	9	0,389	10	0,388	10
62	121.940,05	0,196	11	0,214	12	0,205	11
70	253.415,00	0,176	12	0,216	11	0,196	12
63	92.113,18	0,169	13	0,169	13	0,169	13
71	160.860,81	0,152	14	0,166	14	0,159	14
67	67.647,28	0,041	15	0,041	15	0,041	15
61	18.816,01	0,033	16	0,030	16	0,031	16
89	2.929,70	0,020	17	0,020	18	0,020	17
57	19.933,93	0,017	18	0,021	17	0,019	18
50	8.033,70	0,006	19	0,007	19	0,007	19
69	2.806,33	0,003	20	0,003	20	0,003	20
56	2.545,52	0,002	21	0,003	21	0,003	21

Figura 1 - Gráfico comparativo do resultado da AMC.



5. CONCLUSÃO

Os resultados permitiram verificar que ocorreu variação no *ranking* de prioridades dependendo do ponto de vista selecionado como formador deste *ranking*. Na microbacia do estudo o PVA apresentou maior importância sobre o resultado final da análise indicando que os "conflitos de uso do solo" são mais importantes sob a ótica ambiental.

A manipulação das informações do CTIR de Porto Vitória, no ambiente SIG, permitiu a geração de informações, para serem utilizadas na AMC desenvolvida em Fortran 77.

As informações disponíveis no Cadastro Técnico de Imóveis Rurais de Porto Vitória permitiram a aplicação da Análise Multicritério para priorização de propriedades rurais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Léo G. Qualidade introdução a um processo de melhoria. Rio de Janeiro, RJ, José Olympio Editora, 1987. p.106.
- BÄHR, HANS-PETER. Cartografia orientada para o cadastro - uma visão alemã. IN: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - 1º COBRAC. Florianópolis, SC. UFSC CTC Eng. Civil; Grupo de Trabalho em Cadastro Técnico Multifinalitário. agosto, 1994. Tomo III: CTMR. p.84-91.
- BANA E COSTA, Carlos A. VANSNICK, Jean-Claude. General overview of the MACBETH approach. Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão. Florianópolis, SC. UFSC Escola de Novos Empreendedores. 1995a. pp.8.
- BANA E COSTA, Carlos A. VINCKE, Philippe. Multiple criteria decision aid: an overview. Readings in Multiple Criteria Decision Aid. Carlos A.Bana e Costa 1997.
- BERTONI, Jose & LOMBARDI NETO, Francisco. Conservação do Solo. São Paulo, Ícone, 1990. 355 p.
- BLACHUT, T.J. Cadastre: various functions characteristics, techniques and the planning of a land records system. Canada, National Council Canada, 1974. 157 p.
- CARRIÃO, Suely Lewenthal. Geographical Information Systems and Multicritério Evaluation: an Approach for Agricultural Planning Support. Edinburgh. England. Faculty of Social Sciences: Departamen of Geography. setembro, 1993. 80 pp.
- CARVER, Stephen J. Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. International Journal of Geographical Information Systems. England. 1991. Vol.5, Nº3:321-339.
- CHURCHMAN, C.West. Prediction and optima-decision. Philosophical issues of a science of values. U.S.A. Prentice-Hall, Inc. 1962. pp.394.
- CSILLAG, João Mario. Análise do Valor, metodologia do valor: engenharia do valor, gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa. 3ª Ed. São Paulo, Atlas. 1991. p.303.
- EASTMAN, J.R., JIN, W., KYEM, P.A.K., TOLEDANO, J. Raster procedures for multi-criteria/multi-objetive decision. Photogrammetric Engennering & Remote Sensing. MA,U.S.A. American Society for Photogrammetric & Remote Sensing. may, 1995. Vol.61(5):pp.539-547.
- EMATER - Paraná. Extensão rural em microbacias hidrográficas. Curitiba, PR. EMATER-Paraná. Coordenadoria de Planejamento. 1988. p.11.
- FAMEPAR. Sistema de Planejamento a nível municipal. Curitiba, PR. julho, 1990. p. 48
- FUNDAÇÃO CARGILL. Aspectos de Manejo do Solo. Campinas. SP. 1985. p.97.
- GTZ - DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT GMBH. Procesamiento Digital de Imágenes. Eschborn,Alemanha, Prof.Dr.Ing.Hans-Peter Bähr, 1991. 429 p. Trad.por Prof.Anita E.Schwender.
- HOCHHEIM, Norberto. Análise de investimento sob condição de risco e inflação. agosto. 1986. UFSC. Eng.Produção. (Dissertação de Mestrado).
- JANSSEN, R., REITVELD, P. Multicriteria evaluation of land-reallotment plans: a case study. Environmental and Planning A. Great Britain. Pion Limited. 1985. Vol.17:1653-1668.

- JANSSEN, Ron RIETVELD, Piet. Multicriteria analysis and geographical information systems: an application to agricultural land use in the Netherlands. Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning. Netherlands. (Dordrecht: Kluwer Academic) Scholten H.J. and Stillwell J.C.H. 1990. pp. 129-139.
- LAGRÀZE, E.Jacquet. Basic Concepts for Multicriteria Decision Support. Multiple Criteria Decision Methods and Applications. Germany. Spring-Verlag Berlin Heidelberg. 1985. p.11-26. (Based on selection of papers from the First International Summer School of Multiple Criteria Decision Making Methods, Applications and Software).
- LEPSCH, Igo F.(Coord.) Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência 1983.175p.
- LOCH, Carlos. Cadastro técnico municipal. IN: Seminário Cat.Eng.Agrimensura e Planejamento Municipal. Criciúma, SC, FUCRI, 1992. (fornecido pelo autor).
- LOCH, R. Algumas considerações sobre a base cartográfica. IN: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - 1ºCOBRAC. Florianópolis, SC. UFSC CTC Eng. Civil;Grupo de Trabalho em Cadastro Técnico Multifinalitário. agosto, 1994. Tomo II: DTCTM. p.15-23.
- LOMBARDI NETO, Francisco CAMARGO, Francisco, et al. (Coords.) Microbacia do Corrego Sao Joaquim (Município de Pirassununga, SP). Campinas. Instituto Agronomico de Campin set., 1992. (Doc.IAC,29).
- NIJKAMP, P., RIETVELD, P., VOOGD, H. Multicriteria Evaluation in Physical Planning. Netherlands. Elsevier Science Publisher. 1990. p.219.
- PARANÁ. REPÚBLICA FEDERAL DA ALEMANHA. Ata de lançamento do Projeto Piloto de Cadastro Técnico de Imóveis Rurais no município de Porto Vitória - Paraná. Porto Vitória, PR. ITC. Estado de Baden-Württemberg da RFA. 1982. (Ata da Reunião - p.3 e Descrição do Projeto - p.20.)
- PEREIRA, José M.C, DUCKSTEIN, Lucien. A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation. International Journal of Geographical Information Systems. England. 1993. Vol.7, Nº5:407-424.
- RIO GRANDE DO SUL.Secretaria da Agricultura. Manual de conservação do solo. 3ªed. Porto Alegre, 1985. 287 p.
- SCHNEIDER, V.P. & LOCH, C. Cadastro técnico multifinalitário rural: necessidade para uma justa tributação imobiliária rural (ITR). IN: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - 1ºCOBRAC. Florianópolis, SC. UFSC CTC Eng. Civil;Grupo de Trabalho em Cadastro Técnico Multifinalitário. agosto, 1994. Tomo I: CTMR. p.3-12.
- SEIFFERT, N.F. & LOCH, C. Mapeamento cadastral rural como instrumento para otimização do uso da terra. IN: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - 1ºCOBRAC. Florianópolis, SC. UFSC CTC Eng. Civil;Grupo de Trabalho em Cadastro Técnico Multifinalitário. agosto, 1994. Tomo I: CTMR. p.51-60.
- SILVA, S & LOCH, C. Potencialidades da interpretação visual e digital de imagens orbitais na atualização do cadastro técnico rural multifinalitário. IN: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - 1ºCOBRAC. Florianópolis, SC. UFSC CTC Eng. Civil;Grupo de Trabalho em Cadastro Técnico Multifinalitário. agosto, 1994. Tomo I: CTMR. p.46-50.
- VARELA, Efrén. Aporte al ordenamento territorial desde las experiencias de al red nacional de cooperacion para el ordenamento y manejo de cuencas hidrográficas - RENORDE. Ordenamento Territorial. Conceptualizacion y orientaciones: hacia un lenguaje comun. Bogotá, Colombia. Comission de Ordenamento Territorial. 1992. p.157-169.
- VOOGD, V. Multicriteria evaluation with mixed qualitative and quantitative data. Environmental and Planning B. Great Britain. Pion Limited. 1982. Vol.9:221-236.
- WEIBEL, Robert & BUTTENFIEL,Barbara P. Improvement of GIS graphics for analysis and decision-making. Int.J.Geographical Information Systems. 1992. Vol.6,Nº3:223-245.
- WORRALL, L. Information systems for urban and regional planning in the United Kingdom: a review. Environmental and Planning B: Planning and Design. 1990. Vol.17,p.451-462.