

## Uso de Avaliação Multicritério (AMC) no Ordenamento Territorial de uma Propriedade da Embrapa: Estudo de Caso

Hugo Rivera<sup>1</sup>

Maria Augusta Doetzer Rosot<sup>2</sup>

Yeda Maria Malheiros de Oliveira<sup>3</sup>

Nelson Carlos Rosot<sup>4</sup>

### Conceito e Elementos Componentes da Técnica de Avaliação Multicritério

A Avaliação Multicritério (AMC) é uma ferramenta matemática que permite a comparação de diferentes alternativas ou cenários conforme muitos critérios, com frequência opostos, com o propósito de orientar a tomada de decisão na direção de uma escolha acertada (ROY, 1996). Qualquer que seja a definição, geralmente, assume-se na AMC que a tomada de decisão deve se basear em opções diferentes, "alternativas" ou conjunto de alternativas. Selecionar uma alternativa neste conjunto depende de muitas características, freqüentemente opostas, denominadas "critérios" (CHAKHAR; MARTEL, 2003).

Existem vários componentes dentro da AMC, sendo os principais: objetivos; critérios (fatores e limitantes); regra de decisão; funções e avaliação. Segundo Barredo (1996), estes componentes são:

a) Objetivos: na AMC, um objetivo entende-se como uma função a desenvolver; o objetivo indica a estruturação da regra de decisão ou o tipo da regra de decisão a utilizar. Os objetivos podem ser múltiplos em determinados problemas de planejamento, decisão ou localização/atribuição de atividades, o que permite projetar uma avaliação "multiobjetivo". Em avaliações deste tipo os objetivos podem ser complementares ou conflitantes.

b) Critérios: são aqueles sobre os quais se baseia a tomada de uma decisão que pode ser medida e avaliada. Quando um critério é espacializado, recebe o nome de "camada". Os critérios podem ser de dois tipos: fatores e limitantes.

- Fator: é um critério que aumenta ou diminui a adequabilidade de uma alternativa específica para a atividade considerada, sendo medido, portanto, em uma escala contínua.

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Mestre, Pesquisador da CONAF. rivera\_harh@yahoo.es

<sup>2</sup> Engenheira Florestal, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Florestas. augusta@cnpf.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheira Florestal, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Florestas. yeda@cnpf.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Doutor, Professor da Universidade Federal do Paraná – UFPR. ncrosot@ufpr.br

- Limitante: é um critério que restringe a disponibilidade de algumas alternativas segundo a atividade avaliada; com este tipo de critério, excluem-se várias categorias da camada analisada para a avaliação, ou seja, gera-se uma camada binária (0 ou 1), onde o valor 1 representa as alternativas passíveis de serem escolhidas para uma atividade e o valor 0 a não disponibilidade para essa mesma atividade.

c) Regra de decisão: é o procedimento por meio do qual se obtém uma avaliação específica, podendo, também, comparar-se, através dessa regra, distintas avaliações, com o fim de mudar algum de seus aspectos caso seja necessário.

d) Funções: existem as funções de seleção e as heurísticas. Nas funções de seleção, tenta-se classificar as alternativas com relação a uma característica mensurável. Já a função heurística busca obter uma seleção de apenas algumas alternativas do conjunto global.

e) Avaliação: Uma vez que a regra de decisão tenha sido estruturada, o processo de aplicá-la sobre as camadas-critério denomina-se avaliação, que produzirá, finalmente, o modelo de decisão.

Segundo Eastman (1997), os objetivos podem ser de dois tipos:

a) complementares: quando a porção ou zona do território pode satisfazer a mais de um objetivo, ou seja, a mesma região pode pertencer a mais de uma classe de uso. Por exemplo: no caso de se desejar alocar uma determinada superfície para uso combinado de conservação e recreação, as áreas ótimas seriam aquelas que satisfazem a ambos os objetivos no maior grau possível.

b) conflitantes: quando ocorre competição pela porção de terreno disponível, uma vez que ela pode ser usada para um ou para outro objetivo, mas não para ambos. Por exemplo: alocar áreas para a produção de madeira e para a preservação da vida silvestre. Os dois objetivos, de uma maneira geral, não podem coexistir. Qual a forma exata de competição e sobre qual base um deles prevalecerá vai depender da natureza da regra de decisão adotada.

Na Fig. 1 apresenta-se um esquema que mostra uma visão global dos elementos que constituem o processo da AMC.

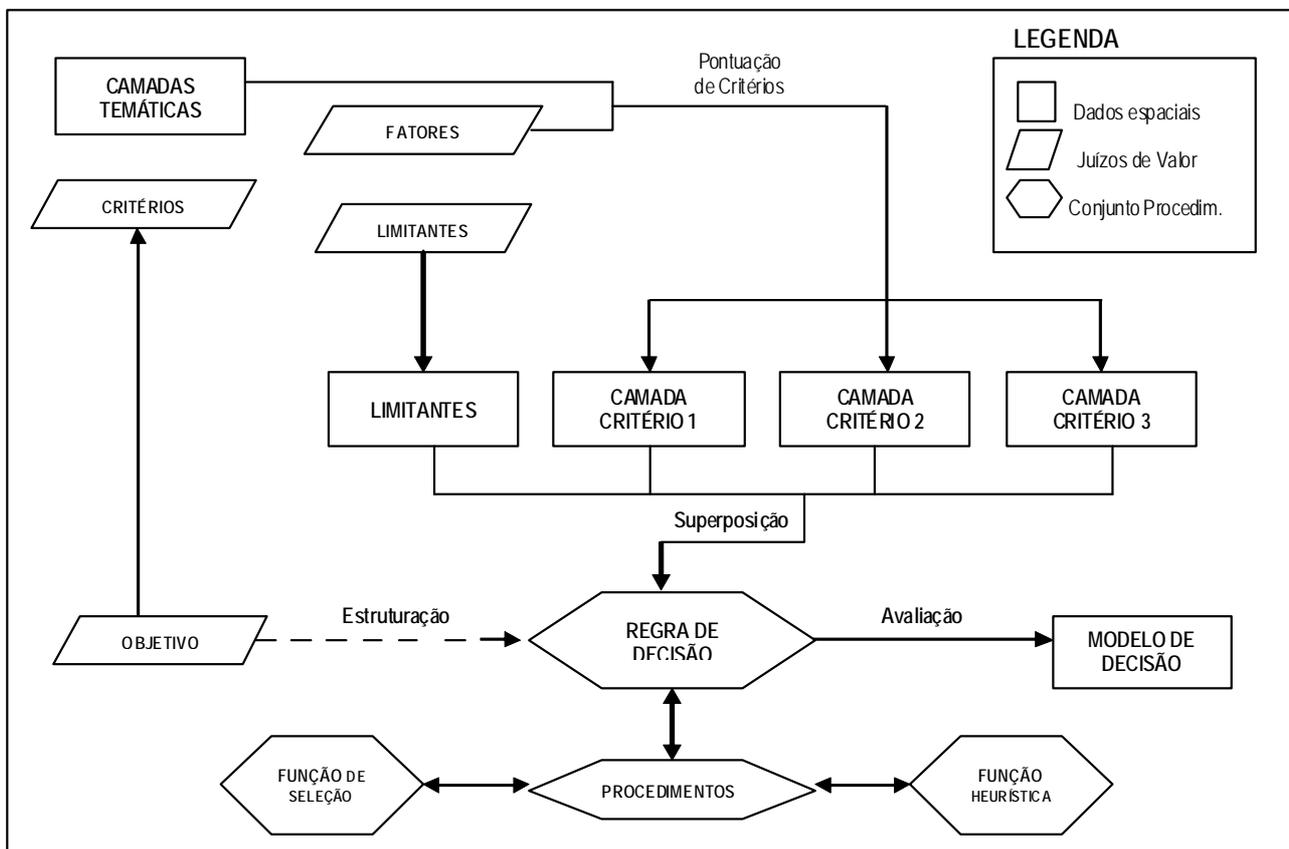


Fig. 1. Processo da avaliação multicritério. Fonte: Barredo (1996).

## Ferramentas para a Avaliação Multicritério Empregada no Ordenamento Territorial

A integração da AMC com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) gera uma potente ferramenta para apoiar processos de análise espacial através da modelagem, em especial para a atribuição/localização de atividades, gerando-se uma série de possibilidades de aplicações (RIVERA, 2007). Pode, também, auxiliar de maneira eficaz processos de planejamento urbano, regional e de ordenação do território, bem como realizar operações de localização/atribuição levando em conta diversos critérios e múltiplos objetivos (BARREDO, 1996). Neste mesmo sentido, Sharifi et al. (2002) comentam que a integração de SIG e AMC fornece uma técnica poderosa no desenvolvimento de opções para reduzir os impactos ecológicos e socioeconômicos negativos de ações não planejadas, assim como para avaliação e visualização de seus resultados.

A estrutura de avaliação gerada pela integração do SIG e da AMC se aproxima do tipo de planejamento conhecido como planejamento físico, que é entendido como a previsão e controle do uso do solo mediante uma adequada distribuição das atividades no território (BARREDO, 1996). Nesse caso, não apenas o SIG, mas também outras geotecnologias disponíveis, tais como o sensoriamento remoto, o uso do GPS e a execução de análises espaciais, são de fundamental importância, uma vez que representam o conjunto de procedimentos, técnicas, equipamentos e *software* que servem como instrumento à aquisição, processamento e disponibilização da informação espacializada.

### Estudo de Caso: Zoneamento da Reserva Florestal Embrapa/Epagri em Caçador, SC, por Avaliação Multicritério

Uma proposta de zoneamento por AMC foi desenvolvida na *Embrapa Florestas* para a Reserva Florestal Embrapa/Epagri (RFEE), propriedade de 1.194 ha, localizada em Caçador, SC, dos quais cerca de 1.100 ha são cobertos por Floresta Ombrófila Mista

(Floresta de Araucária) em variadas condições de conservação e estágios sucessionais (ROSOT et al., 2008). O zoneamento foi considerado uma atividade prioritária e pré-requisito à elaboração de um plano de manejo para a área.

Foram objetivos da aplicação da técnica de AMC:

- a) atribuir funções ao território da Reserva;
- b) pesquisar alternativas de uso sob a luz de múltiplos critérios e objetivos conflitantes;
- c) gerar soluções para os problemas de uso do solo;
- d) hierarquizar alternativas de uso segundo o grau de atração;
- e) eliminar o componente empírico e não-científico do zoneamento.

O processo de zoneamento do território (país, estado, região, unidades de conservação ou propriedades rurais), independentemente do método utilizado, inclusive por AMC, se depara com dois problemas básicos, considerando que os resultados devem, necessariamente, gerar mapas. O primeiro é a existência de uma base cartográfica freqüentemente incompleta (por exemplo, rios, limites) ou em escala inadequada para as dimensões da área em questão. Em segundo lugar, a dificuldade em se eleger, compilar, estruturar e sistematizar informações ambientais que sejam relevantes para o processo.

O zoneamento da Reserva não foi exceção a essa regra, de forma que o primeiro desafio consistiu em resolver questões de mapeamento básico (ROSOT et al., 2006). Iniciou-se a compilação do material cartográfico disponível e, utilizando um equipamento de estação total, foi levantado o perímetro, a infraestrutura e a hidrografia (parcial); um GPS diferencial foi utilizado para o levantamento parcial de formas de ocupação do solo, hidrografia detalhada e vegetação. Na Tabela 1 são apresentadas as “camadas” de informações ou “layers” básicas do SIG necessárias para a aplicação da AMC realizada na Reserva e a forma como foram adquiridas.

**Tabela 1.** Camadas de informação básicas do SIG e respectivas fontes.

<b>Camada ou <i>layer</i> original</b>	<b>Fonte</b>
Perímetro, infra-estrutura	Croquis da área, imagem IKONOS, GPS diferencial
Hidrografia	GPS diferencial
Curvas de nível e pontos cotados	Mapa em papel escala 1:50.000
Uso do solo, vegetação	Imagem Ikonos, GPS diferencial
Modelo digital de elevação (MDE)	Curvas de nível e pontos cotados
<b>Camada derivada</b>	
Declividade	Modelo digital de elevação (MDE)
Exposição de vertentes	Modelo digital de elevação (MDE)
Restrições legais de uso (APP, Reserva Legal)	<i>Layer</i> de uso do solo e hidrografia
Outras	Cruzamento de <i>layers</i> , consulta de atributos, técnicas de interpolação

A aplicação da técnica de AMC e seus resultados encontram-se descritos detalhadamente em Rivera (2007), sendo parte integrante de uma dissertação de mestrado desenvolvida em parceria com a Universidade Federal do Paraná.

### **Seleção de critérios: limitantes e fatores**

Os critérios limitantes são aqueles dicotômicos, isto é, permite-se (valor 1) ou não se permite (valor 0) realizar alguma atividade em uma determinada área. Os critérios denominados fatores são critérios que podem ser expressos em um gradiente, ou seja, em diferentes níveis, não sendo, portanto, dicotômicos.

Como uma forma didática para separar as diferentes temáticas envolvidas no zoneamento da Reserva, tanto limitantes como fatores foram separados em camadas de caráter legal, social, ambiental e econômico, entendendo-se que algumas delas podem representar dois ou mais tipos destes componentes ao mesmo tempo.

A Tabela 2 apresenta as limitantes e os fatores selecionados para a Avaliação Multicritério, segundo uma separação de temas, definida com finalidades didáticas.

**Tabela 2.** Critérios (limitantes e fatores) considerados para a avaliação multicritério segundo uma separação temática.

<b>Temática</b>	<b>Limitantes</b>	<b>Fatores</b>
Legal/Ambiental	Áreas de Preservação Permanente	Declividade
	Áreas de Uso Restrito	Efeito Borda
Econômica	Produção e Pesquisa Agrícola	Incremento Periódico Anual
		Qualidade da Madeira em Pé
		Grupos Florísticos
		Proximidade a Caminhos
Social	Áreas de Alta Singularidade	---
Operativa	Pesquisa com Parcelas Permanentes	---

Fonte: Rivera (2007).

Os critérios selecionados para a superposição das diferentes camadas ou *layers* do SIG e o valor que lhes foi atribuído foram determinados segundo o conjunto de informações disponíveis. Para a geração das camadas: a) Áreas de Preservação Permanente; b) Produção e Pesquisa Agrícola; c) Áreas de Alta Singularidade; d) Pesquisa com Parcelas Permanentes; e) Áreas de Uso Restrito; f) Declividade; g) Efeito Borda; e h) Proximidade a Caminhos, foi necessário realizar algumas operações de geoprocessamento no *software* ArcGis 9.1, como foi a geração de *buffers* e reclassificações, gerando novas classes.

Para disponibilizar outras camadas, no entanto, foi necessário um tratamento específico. Este foi o caso das camadas de Incremento Periódico Anual e Qualidade de Madeira em Pé, as quais dispõem de informação do tipo discreto – informação pontual (parcelas) e não contínua – que para poder ser estendida a toda a área da Reserva, requereu o emprego de técnica de interpolação. Também este foi o caso para a camada denominada “Grupos Florísticos”, para a qual apenas se dispunha de informação pontual advinda das parcelas de inventário.

### Limitantes

No caso dos critérios limitantes foram definidos quatro tipos: legal/ambiental, econômica, social e operativa.

Como limitantes legais/ambientais – por sua condição de provir de determinações legais e por sua grande relevância ambiental em termos de preservação – foram consideradas:

a) Áreas de Preservação Permanente: definidas segundo o Artigo 2º do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2008), Lei Federal nº 4.771/65. Assim, foram definidas áreas de proteção (*buffers*) ao redor de nascentes, lagos e várzeas em uma largura mínima de 50 m e, ao longo de rios, uma faixa de proteção de 30 m (mínimo requerido para cursos de água de menos de 10 m de largura, que é o tamanho dos rios existentes na RFEE);

b) Áreas de Uso Restrito: também foram determinadas segundo o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2008), Lei Federal nº. 4.771/65. O Artigo 10 indica que “não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas toleradas a extração de toras quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”. O Artigo 2º determina que também se

considerem áreas de preservação permanente as “encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100 % na linha de maior declividade”. Em função do anterior, e apesar de existir a possibilidade de realizar algum tipo de uso em áreas acima de 25°, optou-se por manter as áreas acima deste valor como áreas de uso restrito, portanto, como camada limitante, não podendo se realizar dentro dessas áreas nenhum tipo de atividade.

Como limitante econômica, consideraram-se as áreas da RFEE que, atualmente, são utilizadas para produção e pesquisa agrícola. Estimou-se que estas áreas não mudariam de uso dentro de pelo menos 7 a 10 anos, que é o prazo que se acredita razoável para que exista continuidade do conjunto das atividades realizadas na RFEE definidas pelo zoneamento.

Foi determinada uma limitante social, devido aos interessantes atrativos que possui a RFEE, tanto em termos de paisagem como culturais. Imponentes exemplares de *Cedrela fissilis* (7,40 m de CAP), *Araucaria angustifolia* (6,9 m de CAP) e *Ocotea porosa* (5,9 m de CAP) (KURASZ, 2005), que se encontram entre os maiores do Sul do Brasil, devem ser resguardados para contemplação pela população. Alguns sítios-habitacões da tradição indígena da tribo Taquara encontrados na RFEE são um importante patrimônio cultural que também deve ser protegido, criando-se em torno deles um *buffer* de 30 m, que, acredita-se ser suficiente para proteção do que se denominou Áreas de Alta Singularidade.

Foi necessário definir uma limitante “operativa” pelo fato de não ter sido possível enquadrá-la em nenhuma das limitantes anteriores. Esta limitante correspondeu às áreas onde se efetua pesquisa com parcelas permanentes, onde não se deve exercer nenhuma atividade que não seja a própria da pesquisa. Para as nove parcelas permanentes (2.500 m<sup>2</sup> cada) que existem na RFEE, criaram-se *buffers* de 20 m no seu entorno.

### Fatores

Foram definidos dois tipos de fatores: ambientais e econômicos. Dentre os ambientais encontram-se:

a) Declividade: este fator foi escolhido por sua relação direta com a susceptibilidade à erosão, tendo-se três níveis: menor que 8 %, entre 8 % e 20 % e maior que 20 %;

b) Efeito Borda: estima-se para o caso da RFEE, que as áreas florestais internas têm maior valor ambiental que as da sua parte externa, já que esse tipo de floresta, ao estar mais distante da borda, poderá manter de melhor maneira os seus processos naturais e ser mais bem preservada, pois os efeitos das pressões humanas e as interferências de fenômenos climáticos vão diminuindo quanto mais se penetra no fragmento florestal. Foram definidos três níveis de distância da borda: i) menor que 450 m; ii) entre 450 m e 900 m; e iii) maior que 900 m.

Os fatores econômicos foram definidos baseando-se no estudo de Rivera et al. (2002), com exceção do fator Incremento Periódico Anual que, no referido estudo, não foi considerado. Os quatro fatores econômicos foram:

a) Incremento Periódico Anual: é um fator que mede a produtividade florestal de uma área e chave para o ordenamento florestal que visa rendimentos sustentáveis. Os valores de incremento foram obtidos com relação à área basal;

b) Qualidade da Madeira em Pé: na obtenção de produtos madeireiros de uma área é importante conhecer qual é a qualidade das árvores, em termos de forma e sanidade. Foram definidos os níveis: má, média e boa qualidade;

c) Grupos Florísticos: as diferentes associações de uma floresta apresentam diversos estágios de evolução e, conseqüentemente, diferentes valores de área basal, de densidade e de número de espécies. Sob uma perspectiva econômica, os estágios menos evoluídos foram considerados como mais importantes, já que são

os estágios onde a floresta pode ser conduzida com maior facilidade para alcançar determinados objetivos de manejo, pois elas possuem um menor número de espécies e o seu desenvolvimento é mais rápido. Os estágios mais evoluídos foram considerados menos importantes pelas razões contrárias, isto é, são os estágios mais complexos para o manejo florestal, pelo grande tamanho das árvores e o seu elevado número de espécies, pelas relações sincológicas entre as espécies que são mais difíceis de entender e, porque requer pessoal muito bem capacitado em ecologia florestal e silvicultura de florestas naturais para realizar as intervenções com mínimo impacto;

d) Proximidade a Caminhos: foram consideradas as áreas próximas aos caminhos como as mais importantes sob o ponto de vista econômico, porque o custo para qualquer tipo de atividade em sua área de influência é mais baixo do que nas áreas mais distantes. Em função da possibilidade de que venham a ser executadas atividades de manejo florestal investigativo na área, com retirada das toras por tração animal (bois ou cavalos), estabeleceram-se três níveis de distância: menor que 300 m; de 300 a 600 m; e, maior que 600 m.

### Integração de critérios

O processo de integração foi efetuado no *software* ArcGis 9.1, conforme as seguintes etapas:

a) Cruzamento de todas as camadas limitantes, gerando-se uma camada de "Limitantes" e a posterior transformação dos vetores para formato *raster* (matricial), com células de tamanho 10 m x 10 m (Fig. 1).

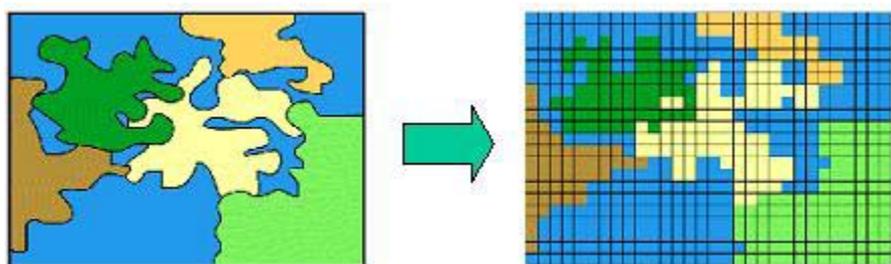


Fig. 1. Diagrama ilustrativo do processo de "rasterização" de vetores.

b) Cruzamento dos fatores de natureza ambiental através de uma soma aritmética (dados transformados para formato *raster*, com células de tamanho 10 m x 10 m) (Fig. 2). Depois de um processo de reclassificação, gerou-se uma camada temática denominada “Importância Ambiental” (IA), com três níveis.

c) Cruzamento dos fatores de natureza econômica através de uma soma aritmética (similar ao cruzamento ambiental). Depois de uma reclassificação dos valores obtidos, gerou-se uma camada denominada “Importância Econômica” (IE), com três níveis.

d) Foram cruzadas as camadas IE e IA gerando-se um mapa “Ambiental-Econômico” com nove classes (3x3) (Fig. 3).

e) O mapa anterior (letra d) foi multiplicado pela camada de limitantes, gerando-se um mapa com dez classes. Uma classe correspondeu à camada de limitantes (valor 0) e, as outras nove, receberam um uso segundo a “Matriz de Compatibilidade de Objetivos” (MCO), como explicado a seguir.

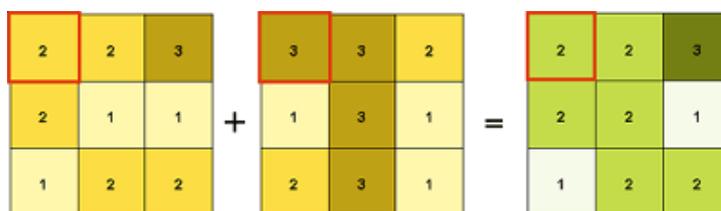


Fig. 2. Ilustração esquemática de álgebra de mapas efetuada no SIG.

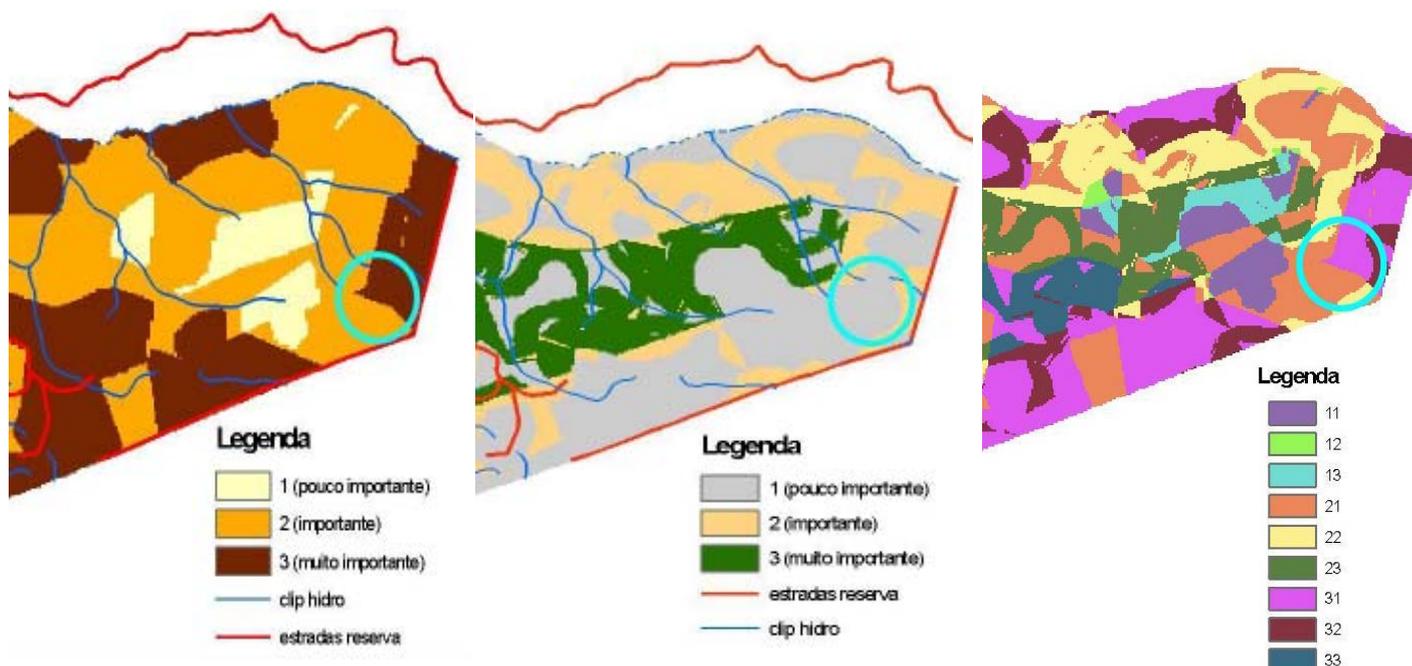


Fig. 3. Detalhe ampliado dos mapas da RFE mostrando no círculo realçado o processo de álgebra de mapas de importância ambiental e econômica.

### Regras de decisão

A questão do uso que se pode atribuir às nove classes onde se é possível realizar alguma atividade foi, em parte, resolvida pela MCO, tendo-se definido que quatro objetivos devem ter áreas específicas da RFE onde possam ser aplicados. Permanece, no entanto, o questionamento sobre qual objetivo deverá ser atribuído a cada uma destas nove células ou classes.

Como apresentado no esquema da Fig. 4, realizou-se a atribuição de funções (na AMC um objetivo entende-se como uma função a desenvolver) ou usos ao território empregando a matriz de 3x3 células correspondente ao “Mapa Limitantes/Fatores Ambientais–Econômicos” (sem considerar o zero). Assim, a atribuição de funções ao território foi efetuada de acordo com os valores das células nos mapas.

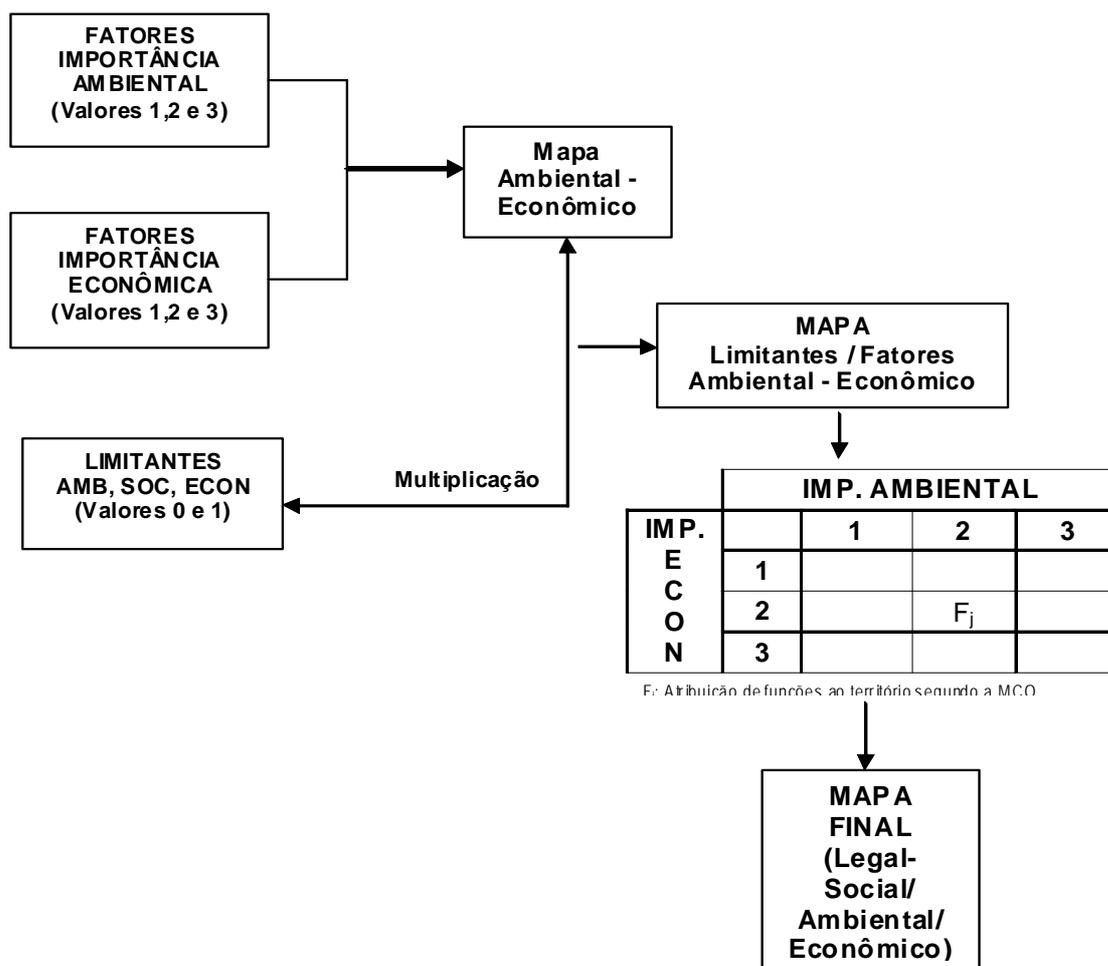


Fig. 4. Esquema de integração das diferentes componentes (legais, ambientais, sociais e econômicas) para a obtenção do mapa final de usos (ou funções) ao território da RFEE. Fonte: Modificado de RIVERA et al. (2002).

Foram construídas cinco regras de decisão diferentes, cujos resultados foram lançados nos mapas respectivos. Estes mapas foram empregados para avaliar e estudar a quantidade de área por uso e sua alocação nas diferentes zonas da RFEE e, segundo essa análise, decidir que regra utilizar. A Tabela 3 apresenta a Regra de Decisão definitiva escolhida para atribuição dos objetivos (funções ou usos) ao território da RFEE. Sempre existirão tantas funções/objetivos/zonas quantos forem os definidos na matriz de compatibilidade de objetivos e que necessitem de território específico.

Tabela 3. Regra de decisão para atribuir funções ou usos ao território da RFEE.

		Importância Ambiental (IA)		
		1	2	3
Importância Econômica (IE)	1	Recreação	Produção não Madeireira	Preservação
	2	Produção Madeireira	Produção não Madeireira	Preservação
	3	Produção Madeireira	Produção Madeireira	Produção Madeireira

O resultado da aplicação da regra de decisão da Tabela 3 pode ser observado, com relação às áreas geradas (hectares) e suas percentagens, segundo os objetivos definidos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Objetivos ou usos atribuídos à RFEE, células, suas áreas e percentagens.

<b>Objetivos</b>	<b>Célula*</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Preservação	13; 23	136	11,4
Produção Madeireira	21; 31; 32; 33	507	42,5
Produção Não Madeireira	12; 22	181	15,2
Recreação	11	43	3,6
<b>Subtotal</b>		<b>867</b>	
Limitantes		325	27,3
<b>Total</b>		<b>1.192</b>	<b>100,0</b>

\* no número da célula o primeiro valor indica a IE e o segundo valor indica a IA.

Para o caso analisado, a melhor opção dentre as observadas para as áreas de preservação foi a sua atribuição às células de IA “muito importante” (valor 3). Esta decisão determinou que 136 ha (11,4 %) fossem atribuídos a este objetivo (função ou uso), área que, em termos práticos, ao ser somada com a área de limitantes, representa quase 39 % do total da área da RFEE.

Outra decisão tomada foi que as áreas de IE “muito importante” fossem todas de produção de madeira sem considerar a IA na sua atribuição. Aqui se privilegiou o critério econômico, em função de que áreas de preservação e outras áreas onde nenhuma atividade pode ser realizada (limitantes) já ocupam uma importante extensão da RFEE (27,3 %) (Tabela 4).

Outra célula que recebeu este último objetivo foi a 2x1, isto é, a célula de IE “importante” (valor 2) e IA “pouco importante” (valor 1). No caso deste objetivo de “produção de madeira”, aquelas áreas de produção de madeira que foram determinadas pela sua atribuição às células de IA “muito importante” ou “importante” deverão receber tratamentos silviculturais adequados à sua condição de maior fragilidade ambiental.

Acredita-se que aquelas áreas que teoricamente podem suportar um forte impacto por visitação de pessoas seriam as de IA “pouco importante” e também com uma IE “pouco importante”, sendo, portanto, atribuído à célula 1x1 o objetivo de “recreação”.

Para as áreas de produção não-madeireira foram escolhidas aquelas áreas que apresentavam uma condição intermediária em termos ambientais e econômicos, o que, aparentemente, ajusta-se bem ao baixo impacto que este tipo de produção poderia gerar na RFEE.

Segundo o esquema da Fig. 4, o mapa apresentado na Fig. 5 constituiria o “Mapa Final” da análise, onde as células de mesma cor correspondem à mesma função, uso ou objetivo. No entanto, foi necessário ajustá-lo mediante uma homogeneização e dissolução de áreas sob o critério de se poder contar com um zoneamento operacional simples e de utilidade para os encarregados da gestão da área. Assim, foram efetuados ajustes no mapa, tentando-se manter o modelo o mais próximo do original gerado com a ferramenta de AMC. A Fig. 6 mostra o resultado desta homogeneização e dissolução, que constitui o **Mapa de Ordenamento do Território da Reserva Florestal Embrapa/Epagri – Caçador, SC**.

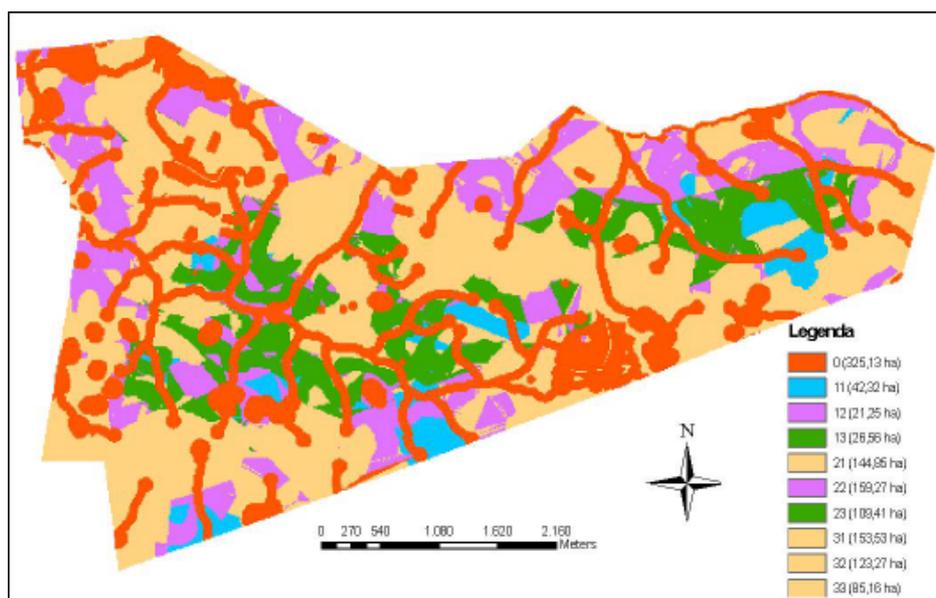


Fig. 5. Representação "raster" do resultado da regra de decisão aplicada na AMC para a atribuição de zonas ou objetivos à área da RFEE.

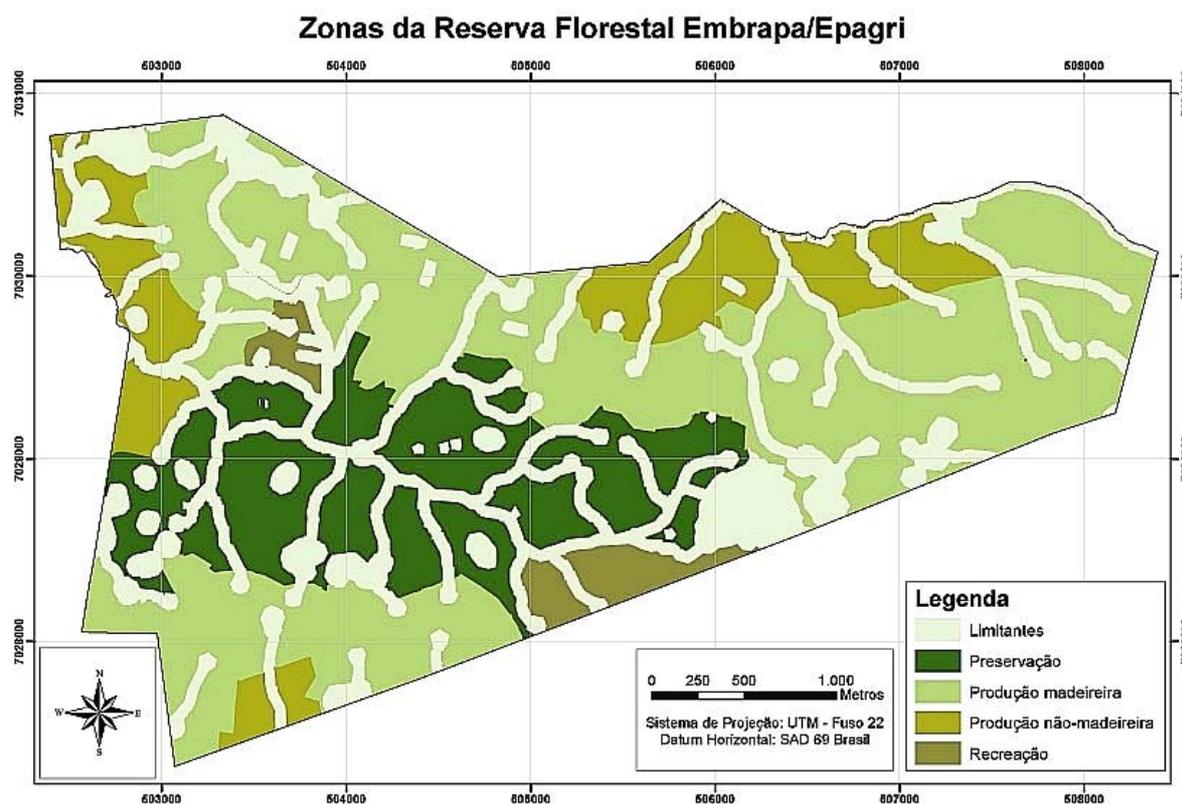


Fig. 6. Mapa de zonas de Reserva Florestal Embrapa/Epagri construído a partir da técnica de Avaliação Multicritério e adaptado para operacionalização.

## Conclusões

A aplicação da técnica de Avaliação Multicritério para o ordenamento territorial da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, ao mesmo tempo em que privilegiou a objetividade e a repetibilidade características de

ferramentas matemáticas e estatísticas, não deixou de considerar fatores como o conhecimento, experiência e informações de múltiplas fontes e natureza sobre o território. Esse fato foi ressaltado no processo de homogeneização e elaboração do mapa final do zoneamento.

Pode-se considerar como uma vantagem da técnica a possibilidade de se simular várias combinações de integração dos dados para a atribuição de valores de importância. Esse processo deve ser seguido de uma avaliação das diferentes propostas criadas, visando à seleção da alternativa que mais se adeque às funções ou objetivos desejados para o território.

No entanto, o método requer dados em formato digital e espacializados, o que, nesse caso particular, não constituiu um problema, em função da disponibilidade de um Sistema de Informações Geográficas estruturado anteriormente. A utilização da técnica, por outro lado, exigiu uma desejável complementação e atualização dos dados temáticos, incluindo-se aí, os resultados do inventário florestal da área.

O mapa de zoneamento foi considerado satisfatório pela equipe de planejamento da gestão da área, principalmente pelo número reduzido de zonas e pela clara correspondência entre estas e os objetivos propostos para a Reserva. No entanto, sua adequabilidade e eficácia dependem de quão útil e efetivo seja este mapa no auxílio à tomada de decisões quando da implementação de programas de manejo específicos por zona, como, por exemplo, o plano de ordenamento florestal e o projeto de prospecção de produtos não-madeireiros, já iniciados para as zonas de produção madeireira e não-madeireira, respectivamente.

## Referências

BARREDO, J. **Sistemas información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio**. Madrid: Editorial RA-MA, 1996. 261 p.

BRASIL. Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo código florestal. In: BRASIL. Presidência da República. **Presidência da República Federativa do Brasil**: legislação. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em: out. 2008.

CHAKHAR, S.; MARTEL, J-M. Enhancing geographical information systems capabilities with multi-criteria evaluation functions. **Journal of Geographic Information and Decision Analysis**, v. 7, n. 2, p. 47-71, 2003.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows: user's guide version 2.0**. Worcester: Clark University, 1997.

KURASZ, G. **Sistema de informações geográficas aplicado ao zoneamento ambiental da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador-SC**. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RIVERA, H. **Ordenamento territorial de áreas florestais utilizando avaliação multicritério apoiada por geoprocessamento, fitossociologia e análise multivariada**. 2007. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RIVERA, H.; RUDLOFF, A.; CRUZ, P. **Plan de ordenación de la Reserva Nacional Valdivia: una visión para el manejo ecológicamente sustentable de los ecosistemas forestales costeros de la X Región de Los Lagos**. Santiago: CONAF, 2002. 236 p. Proyecto Manejo Sustentable del Bosque Nativo CONAF/GTZ.

ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; RIVERA, H.; CRUZ, P.; MATTOS, P. P. de. Desarrollo de un modelo de plan de manejo para áreas protegidas en bosques con araucaria en el sur de Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, 2., 2006, La Serena. **Bosques: la creciente importancia de sus funciones ambientales, sociales y económicas**. La Serena: Instituto Forestal de Chile, 2006. p. 110.

ROSOT, M. A. D.; LUZ, J. da; CRUZ, P.; ROSOT, N. C.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. O uso de parcelas permanentes no plano de ordenação da Reserva Florestal Embrapa/Epagri. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE DINÂMICA DE FLORESTAS, 1., 2008, Curitiba. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. Resumo 60.

ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 1996. 316 p.

SHARIFI, M.; TOORN, W. van den; RICO, A.; EMMANUEL, M. Application of GIS and multicriteria evaluation in locating sustainable boundary between the Tunari National Park and Cochabamba City (Bolívia). **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, n. 11, p. 151-164, 2002.

### Comunicado Técnico, 213

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Florestas**  
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319  
Fone / Fax: (0\*\*) 41 3675-5600  
E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

1ª edição  
1ª impressão (2008): conforme demanda

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



### Comitê de Publicações

**Presidente:** Patrícia Póvoa de Mattos  
**Secretária-Executiva:** Elisabete Marques Oaida  
**Membros:** Álvaro Figueredo dos Santos, Dalva Luiz de Queiroz Santana, Edilson Batista de Oliveira, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Maria Augusta Doetzer Rosot, Sérgio Ahrens

### Expediente

**Supervisão editorial:** Patrícia Póvoa de Mattos  
**Revisão de texto:** Mauro Marcelo Berté  
**Normalização bibliográfica:** Elizabeth Câmara Trevisan  
**Editoração eletrônica:** Mauro Marcelo Berté