



Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como Subsídio para a Elaboração de Planos de Manejo em Fazendas Experimentais

Maria Augusta Doetzer Rosot¹

Marilice Cordeiro Garrastazú²

Yeda Maria Malheiros de Oliveira³

A Embrapa possui 41 Unidades Descentralizadas de Pesquisa (UDs), algumas delas localizadas em áreas rurais ou semi-urbanas, sendo que a maioria possui campos experimentais, o que as caracteriza como Fazendas Experimentais. Fazendas Experimentais (FE) podem ser definidas como áreas selecionadas para a realização de algum teste ou experimento relacionado à agricultura ou à pecuária (SANO et al., 1998) e, por extensão, à área florestal. No que se refere à adequação das Fazendas Experimentais da Embrapa à legislação ambiental, o roteiro adotado para a elaboração de Planos de Manejo em Unidades de Conservação serviu de base para a análise e modelagem do sistema, envolvendo: a) quais informações devem ser recuperadas ou coletadas; b) em que nível de detalhe tais informações devem ser disponibilizadas.

A concepção de Plano de Manejo para as Fazendas Experimentais da Embrapa foi estruturada em seis fases, a saber: Estrutura Organizacional, Definição dos temas de interesse para a Gestão Ambiental, Elaboração do Sistema de Informações Geográficas

(SIG), Proposta de Zoneamento, Caracterização do Entorno e Definição de Programas de Gestão Ambiental (OLIVEIRA et al., 2008).

O presente texto enfoca a fase do Plano de Manejo em que são elaborados os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Os SIGs vêm sendo amplamente utilizados em trabalhos que demandam a articulação de uma grande gama de informações passíveis de espacialização, sendo capazes de envolver os seus componentes de forma integrada. Os SIGs podem incorporar bases de dados que incluem informações cartográficas, espectrais (obtidas por sensores remotos), observações de campo e resultados de entrevistas ou censos, além de informações de origem histórica, suas atualizações e simulações de futuro. Embora o SIG seja uma ferramenta valiosa para inúmeras atividades dentro da Fazenda Experimental – desde as de pesquisa propriamente ditas até as administrativas – neste texto será abordada a sua utilização no sentido de adequação à legislação ambiental.

¹Engenheira Florestal, Doutora, Pesquisadora da *Embrapa Florestas*. augusta@cnpf.embrapa.br

²Engenheira Florestal, Mestre, Pesquisadora da *Embrapa Florestas*. marilice@cnpf.embrapa.br

³Engenheira Florestal, Doutora, Pesquisadora da *Embrapa Florestas*. yeda@cnpf.embrapa.br

O trabalho enfoca particularmente as Fazendas Experimentais da Embrapa, mas o conceito pode e deve ser usado para áreas experimentais de empresas estaduais de pesquisa, centros de pesquisa públicos e/ou privados e *campi* das universidades, nos quais se desenvolva experimentação, por exemplo.

Composição das Camadas (*layers*) do SIG

Das discussões realizadas entre pesquisadores de várias Unidades da Embrapa em *workshop* realizado em Curitiba, PR, em 2005, as seguintes informações foram consideradas necessárias para compor o SIG: a) limites da propriedade; b) uso do solo (incluindo vegetação, edificações e experimentação); c) hidrografia; d) estradas e caminhos; e) altimetria. Informações adicionais como: a) mapa de solos; b) mapa de qualidade da água; c) mapa de riscos ambientais (ex. contaminação química, erosão, incêndios, etc.) são também importantes quando da tomada de decisões sobre o zoneamento e também para a interpretação de resultados da experimentação instalada na fazenda experimental.

Uma vez definidas as camadas que comporão o SIG e o método de obtê-las ou compilá-las, será necessário proceder à modelagem do sistema que envolve, entre outros aspectos, a forma como os dados espaciais e não-espaciais serão tratados e quais os formatos mais adequados para os elementos (feições) que se deseja representar. Para a representação (Tabela 1) das características observadas no terreno, basicamente se tem utilizado as entidades gráficas primárias (ponto, linha e polígono).

Tabela 1. Representação das características do terreno no SIG.

Entidades gráficas primárias	Características no terreno
ponto	para nascentes, pontos cotados (altitude), poços, torres de observação/incêndio, caixas d'água
linha	para rios, curvas de nível, riachos, córregos, trilhas, caminhos
polígono	para as classes de uso do solo, classes de solo, edificações, experimentos

Fonte: Kurasz et al., 2007.

Software a ser Utilizado

Vários *software* vêm sendo utilizados para a construção de um Sistema de Informações Geográficas, sendo os mesmos disponíveis em diversas plataformas e sistemas operacionais. Embora haja diferenças na interface, formatos, estrutura de banco de dados (BD) e comandos, geralmente todos os SIGs são capazes de realizar operações básicas de edição, associação a BD, consultas e cruzamentos. Um *software* bastante promissor, por sua robustez e pelo fato de ser *freeware*, é o gvSIG (CONSELLERIA DE INFRAESTRUTURAS Y TRANSPORTE, 2008). Entretanto, outras plataformas como o ESRI® ArcGis™ 9.1 também podem ser selecionadas.

Principais Operações

As principais operações a serem realizadas em ambiente de geoprocessamento envolvem:

- edição dos temas e cálculo de áreas;
- preenchimento da tabela de atributos das feições (banco de dados especializado - BD);
- cruzamento de camadas e consultas.

O cruzamento de camadas pressupõe que sejam definidas regras para os resultados, ou seja, as diferentes combinações dos atributos que constam no BD para cada feição irão determinar os atributos das feições resultantes dos cruzamentos.

Alguns procedimentos – em SIG – já estão consagrados, quando se trata da adequação de propriedades à legislação ambiental. Trata-se de sua importante contribuição para a delimitação das denominadas áreas com “restrição legal de uso do solo” (RLUS). Basicamente, tais áreas são compostas pelas Áreas de Preservação Permanente (APP) e pela Reserva Legal. Na seqüência, são abordados alguns aspectos relativos à definição de regras não somente para cruzamentos como também para a geração de zonas-tampão (ou *buffers*) que constituirão as APPs.

Regras para Áreas de Preservação Permanente (APPs)

Os instrumentos legais atuais (2008) mais comumente consultados para a adequação da propriedade rural à legislação ambiental são: a Medida Provisória 2166-67, de 24 de agosto de 2001, que altera o Código Florestal (de 15 de setembro de 1965); a Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002b), que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, e a Resolução nº 302, de 20 de março de 2002 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002a), que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de APPs de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Dessa forma, são selecionadas 15 situações representadas por locais específicos de determinadas feições geográficas ou de determinados processos biológicos, importantes para o ecossistema, que constituem as chamadas Áreas de Preservação Permanente, quer estejam cobertas por vegetação nativa ou não. A Tabela 2 apresenta de forma sintética a largura das faixas consideradas como APP às margens de cursos d'água.

Tabela 2. Largura mínima das faixas de APP medidas em relação ao nível mais alto em projeção horizontal dos cursos d'água.

Largura cursos d'água (m)	Largura APP (m)
< 10	30
10 – 50	50
50 – 200	100
200 – 600	200
> 600	500

Fonte: Kurasz et al., 2007

Também ao redor de olhos d'água, ou nascentes, deve-se considerar um raio mínimo de 50 m como APP. No caso de espaços brejosos ou encharcados, a faixa marginal de, no mínimo, 50 m é considerada como APP. Em se tratando de lagos naturais, existem várias situações possíveis (Tabela 3).

Tabela 3. Largura da faixa de APP ao redor de lagos naturais e artificiais.

Tipo de Lago	Localização	Largura da Faixa (m)	
Natural	Urbana	30	
	Rural	< 20 ha	50
		> 20 ha	100
Artificial	Urbana	30	
	Rural	< 5 ha	Sem APP (se não for resultante de represamento)
		< 20 ha	15 (se não for utilizado para energia elétrica ou abastecimento público)
		< 10 ha	15 (se for para energia elétrica)
		para todos os outros casos	100

Fonte: Kurasz et al., 2007

São também considerados como APP o terço superior de morros e montanhas, tendo a Resolução 303 definido como montanha *"toda elevação do terreno com cota em relação à base superior a 300 m"* e morro como *"elevação entre 50 m e 300 m e encostas com declividade superior a 30 % (aproximadamente 17°) na linha de maior declividade"*.

Regras para Reserva Legal (RL)

A Reserva Legal (RL) é definida pela MP 2166-67 como *"área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas"*. A percentagem da área da propriedade rural que deve ser mantida com RL varia segundo a região do País, (Tabela 4).

Tabela 4. Percentual da propriedade a ser mantida como Reserva Legal (*).

Região	Percentagem
Amazônia Legal	80 %
Cerrado na Amazônia Legal	35 % (sendo no mínimo 20 % na propriedade e 15 % podendo ser compensados em outra área)
Demais regiões	20 %

Fonte: Kurasz et al., 2007

(*) A Tabela 4 reporta-se à legislação federal. Entretanto, os Estados e Municípios, quando da regulamentação da legislação federal, podem ser mais restritivos – localmente – com relação a autorizações de corte da vegetação nativa, mas nunca ampliar o percentual definido como permitido na chamada “lei maior”, ou seja, a federal.

O percentual de área para RL também apresenta regime diferenciado em se tratando de pequena propriedade rural ou posse rural familiar, conforme definição constante no Art. 1º, §.2º do Código Florestal. A MP 2166-67 admite o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em APP no cálculo do percentual da RL de acordo com os critérios apresentados na Tabela 5, desde que não implique em conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo.

Assim, se uma pequena propriedade com 20 ha de área, por exemplo, apresenta 2 ha que devem ser mantidos como APP (equivalente a 10 % da área total – última linha na Tabela 5) a área de RL deverá ser de 3 ha, perfazendo APP e RL juntas o equivalente a 5 ha (25 % da área total).

Tabela 5. Cômputo de Área de Preservação Permanente para a área de Reserva Legal.

Propriedades na Amazônia	
Condição	Resultado
APP > 80 % área	APP é a própria RL
0 % área ≤ APP ≤ 80 % área	Completar as áreas de RL, somando com APP até atingir 80 % da área
Propriedades médias ou grandes (demais regiões do país)	
Condição	Resultado
APP < 30 % área	RL em separado (20 % área)
APP > 50 % área	APP é a própria RL
30 % área ≤ APP ≤ 50 % área	Completar as áreas de RL, somando com APP até atingir 50 % da área
Pequenas propriedades (exceto na Amazônia)	
Condição	Resultado
APP < 5 % área	RL em separado (20 % área)
APP > 25 % área	APP é a própria RL
5 % área ≤ APP ≤ 25 % área	Completar as áreas de RL, somando com APP até atingir 25 % da área

Fonte: Kurasz et al., 2007

Sistemas Estaduais de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente

Como exemplo de legislação estadual, o Estado do Paraná, através do Decreto nº 3320, de 12 de julho de 2004 (PARANÁ, 2004), aprovou os critérios, normas, procedimentos e conceitos aplicáveis ao Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente (SISLEG), instituído pelo Decreto Estadual 387/99 (PARANÁ, 1999). Como parte integrante do cadastramento da Reserva Legal do imóvel rural junto ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), o proprietário deve anexar um mapa contendo, entre outros elementos, o dimensionamento e a localização de todas as áreas que estejam cobertas por vegetação nativa, identificando RL e APP. Este mapa – elaborado por técnicas de geoprocessamento – funciona, também, como ferramenta diagnóstica no processo de adequação ao SISLEG.

O material básico, fornecido pelo proprietário, é um mapa de uso do solo, em meio digital ou analógico (em papel). Quando em meio digital, geralmente, os arquivos já se encontram georreferenciados, em formato “.dxf”, compatível com *software* que trabalham com vetores. Quando em meio analógico, o mapa deve ser escaneado e a imagem gerada será georreferenciada usando informações de coordenadas do próprio mapa ou de pontos coletados no terreno com equipamento GPS (*Global Positioning System*) ou similar. A etapa seguinte consiste na vetorização das feições de uso do solo (por exemplo, vegetação nativa, reflorestamentos, agricultura, pastagem), bem como do sistema viário (estradas e caminhos) e da hidrografia da propriedade (rios, córregos, nascentes, várzeas). Podem ser utilizados *software* de SIG que permitem a edição de temas vetoriais e executam operações de cruzamento de informações e análises espaciais.

Definição de Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) no Sistema de Informações Geográficas (SIG)

De acordo com os parâmetros e limites estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) na Resolução nº 303, de março de 2002 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002b), são gerados *buffers* ao longo dos cursos d’água e ao redor de nascentes, várzeas e outros corpos d’água, constituindo, em seu conjunto, um tema denominado

“APP ideal”. Em seguida, é feita a intersecção desse tema com as feições de uso do solo, o que resulta em duas situações possíveis: as APPs que se localizam sobre os polígonos de vegetação nativa passam a constituir o tema denominado “APPs existentes”, enquanto que as APPs que se sobrepõem a outros tipos de uso do solo serão as “APPs a restaurar”.

Na etapa seguinte, o tema “APPs existentes” é subtraído das feições de uso do solo correspondentes à vegetação nativa, e o resultado constitui a área disponível para Reserva Legal (“RL existente”). Calculando-se a área correspondente a esse tema e a área total do imóvel, pode-se verificar se a propriedade possui a quantidade mínima exigida para constituir a RL (Fig. 1). Se houver excedente de vegetação nativa, o proprietário pode ceder parte ou a totalidade dessa área para compor, a título de compensação, a RL de outro imóvel. Se, por outro lado, houver déficit de RL, pode-se alocar, no mapa, uma área para sua restauração, tomando-se como critério a proximidade com outra RL, APP, unidade de conservação ou outra área legalmente protegida. Alternativamente, a propriedade poderá “receber” a RL localizada em outro imóvel.



Fig. 1. Alocação de áreas de APP e Reserva Legal na base física da *Embrapa Florestas*.

Conclusão

Nos trabalhos desenvolvidos pela Embrapa, o SIG tem demonstrado ser uma ferramenta bastante apropriada à adequação ambiental das Fazendas Experimentais, uma vez que possibilita operações de edição, intersecção e união; cálculo de áreas de feições e elaboração de mapas finais, facilitando o trabalho de elaboração do Plano de Manejo ou Sistema de Gestão Ambiental. Além disso, operações mais sofisticadas, envolvendo álgebra de mapas e aplicação de algoritmos de interpolação, são recomendadas na fase de elaboração e execução do zoneamento ambiental das FE.

Referências

BRASIL. Medida Provisória 2166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 10, 40, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. In: BRASIL. Presidência da República. **Presidência da República Federativa do Brasil**: legislação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/2166-67.htm>. Acesso em: 4 dez. 2008. Publicada no D.O.U. de 25 ago 2001 - Edição extra.

BRASIL. Lei nº 4.771, 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>. Acesso em: 4 dez. 2008. Publicada no D.O.U. de 16 set. 1965 e retificada em 28 set. 1965.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 302 de 20 mar. 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ministério do Meio Ambiente [home page]**: legislação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298>>. Acesso em: 4 dez. 2008. Publicada no D.O.U. n. 90, de 13 maio 2002a, Seção 1, páginas 67-68.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ministério do Meio Ambiente [home page]**: legislação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em: 4 dez. 2008. Publicada no D.O.U. n. 90, de 13 maio 2002b, Seção 1, página 68.

CONSELLERIA DE INFRAESTRUTURAS Y TRANSPORTE. **gvSIG Desktop**. Disponível em: <<http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=1729&L=0>>. Acesso em: 4 dez. 2008.

KURASZ, G., OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROSOT, M. A. D. Geotecnologias e ecologia da paisagem: subsídio para a gestão ambiental. In: GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 33-60.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZÚ, M. C. **Roteiro metodológico para planos de manejo em fazendas experimentais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 205).

PARANÁ. **Decreto Estadual nº 387/99**. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/meioambiente/arquivos/File/iap/drecreto_387_99.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2008. Publicado no Diário Oficial em 3 mar. 1999.

PARANÁ. **Decreto nº 3320, de 12 de julho de 2004**. Aprova os critérios, normas, procedimentos e conceitos aplicáveis ao SISLEG – Sistema de manutenção, recuperação e proteção da reserva florestal legal e áreas de preservação permanente e dá outras providências. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/meioambiente/arquivos/File/iap/dec3320_04.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2008. Publicado no D.O.E.PR. nº 6769 de 12 jul. 2004.

SANO, E. E, ASSAD, E. D; MOREIRA, L.; MACEDO, J. Estruturação de dados geoambientais no contexto de fazenda experimental. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistema de informações geográficas**: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 95-118.

Comunicado Técnico, 216

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, 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