

Fabio Vicente Ferreira^{1,3}, José Augusto Faes^{2,3}, Yeda Maria Malheiros de Oliveira³, Gilson Geronasso⁴.

¹Curso de Engenharia Agrônômica – UFPR

²Curso de Engenharia Cartográfica – UFPR

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Florestas)

⁴REMASA Reflorestadora Ltda.

Embrapa Florestas, Laboratório de Monitoramento Florestal.

Estrada da Ribeira, Km 111 CEP: 83.411.000, C.P. – 319, Colombo, PR.

Fone (XX41- 666 1313 Ramal 305/344), e-mail – fvicentefb@hotmail.com, faes@cnpf.embrapa.br,

yeda@cnpf.embrapa.br, gilson.geronasso@uol.com.br

Palavras-chave: sistemas de informação geográfica, silvicultura otimizada, manejo florestal, certificação florestal

Resumo

O Setor Florestal Brasileiro, embora pioneiro no uso de fotografias aéreas para análise de povoamentos florestais ainda não explora muito as potencialidades do ferramental envolvendo geotecnologias, para funções que não as de mapeamento, já que as informações normalmente não: a) estão organizadas; b) estão localizadas em meios e escalas diferentes; c) são suficientes para a precisão requerida. Além disto, um novo uso parece estar emergindo, envolvendo o processo de certificação, que facilita a exportação de matéria prima florestal para mercados mais exigentes. O presente trabalho objetiva integrar o modelo adotado por uma empresa florestal com geotecnologias disponíveis, através do desenvolvimento de um SIG, com enfoque produtivo e também visando a obtenção de certificação florestal. Um Banco de Dados foi desenhado para manter as informações atualizadas a nível de talhão (Unidade Básica de Manejo), e dados foram espacializados a nível de projetos e ano de plantio. A discriminação da tipologia florestal foi obtida através da classificação de imagem Landsat 7 e a análise sobre o cumprimento da legislação ambiental feita demarcando-se áreas para vegetação ciliar e reserva legal. Concluiu-se que embora o uso da tecnologia requeira treinamento, poderá ser utilizada por empresas estejam buscando envolver-se no processo de certificação.

Abstract

The Brazilian Forest Sector although pioneer using aerial photographs for analysis of forest stands doesn't still explore much the tolls potentialities involving geotechnology, for objectives that not the one related to mapping, since the information usually is not: a) organised; b) located at the same scale; c) enough for the requested accuracy. Besides, a new use seems to be emerging, involving the forest certification process, that facilitates the forest exportation for more demanding markets. The present work objectifies to integrate the model adopted by a forest company with available geotechnologies, through the development of a GIS, with focus on the information for business and also looking at the forest certification. A database was drawn to maintain the updated information at the stand level (Management Basic Unit), and data went spacialised to the level of projects and age. The discrimination of the forest typology was obtained through the image classification of Landsat 7 imagery and the analysis on the environmental legislation accomplishment focused on areas for riparian vegetation and Legal Reserve definition. It was concluded that although the use of the technology requests training, it could be adopted by companies that are being involved in the forest certification process.

1. Introdução

Desde a última década um novo paradigma vem sendo delineado, sucedendo um período eminentemente produtivista, o qual embute na rotina dos projetos de desenvolvimento uma preocupação com o meio ambiente e com as consequências de ações que o modifiquem.

Parte desta preocupação deve-se à pressão, principalmente da sociedade urbana sobre empreendimentos que envolvem grandes extensões de florestas plantadas e parte advém do próprio engajamento de muitos dos profissionais envolvidos em empreendimentos florestais com a melhoria da qualidade ambiental.

Muito deste esforço tem-se refletido na obtenção de sinalização positiva para o empreendimento, por parte de órgãos certificadores, que ao realizarem auditorias sobre as atividades, conferem às mesmas o que na prática convencionou-se denominar "selo verde" ou um certificado de que o empreendimento está sendo conduzido em bases sustentáveis, de acordo com princípios éticos e, seguindo o que é previsto na legislação. A obtenção deste novo status confere ao empreendimento vantagens na colocação de seus produtos em mercados mais exigentes, como o mercado europeu. De qualquer forma, o Setor Florestal pode ser considerado como um dos pioneiros no uso de ferramental como fotografias aéreas e imagens satelitárias para a confecção do mapeamento de áreas e classificação da vegetação. Entretanto, o planejamento incluindo SIG's é ainda incipiente, a não ser nas grandes empresas, como em: (ALMEIDA, 1996; MOREIRA, 2000; SILVA, 2000) e, mais detalhadamente em OLIVEIRA FILHO (2001).

O presente trabalho enfoca uma área pertencente à REMASA Reflorestadora, denominada Fazenda Lajeado Grande localizada entre os municípios de General Carneiro e Bituruna-PR, com 4.500 ha. O usuário buscava uma solução que lhe permitisse integrar informações provenientes dos Inventários Florestais (espécie, procedência, idade, formas de manejo, dimensões das árvores) com o cumprimento da legislação vigente, em um ambiente espacializado, facilitando a tomada de decisões sob a forma de consultas.

Considerou-se que a elaboração de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a área constituir-se-ia em um ferramental poderoso para a gestão empresarial e ambiental do empreendimento. Segundo SIEBERT et al. (1994), o SIG é tido como uma ferramenta gerencial, poderosa e suficiente para administrar, processar e organizar grandes volumes de dados geográficos, provendo fundamentos para gerar soluções voltadas também à conservação do meio ambiente. Entendeu-se Sistema de Informações Geográfica (SIG) como um sistema de suporte à decisão envolvendo a integração de dados referenciados espacialmente (ALVES, 1990).

A certificação promove o manejo florestal sustentável, já que consiste em certificar empresas que manejem plantações e florestas envolvendo critérios tanto ambientais como sociais e econômicos (IMAFLOA, 2001). Um dos aspectos a serem considerados é que a busca da certificação é um processo voluntário e que o processo requer uma avaliação formal multidisciplinar e um monitoramento contínuo para garantir a credibilidade ao consumidor. Basicamente espera-se que a sustentabilidade da produção seja obtida em um meio socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente adequado. O FSC (Forest Stewardship Council) estipula 10 princípios a serem seguidos para a conquista da certificação. Alguns princípios são genéricos, mas outros relacionam-se especificamente à produção de informações espacializadas. Por estranho que pareça, esta é uma das etapas mais complexas do processo, em função de as informações usualmente são: a) não organizadas; b) localizadas em meios e escalas diferentes; c) insuficientes para a precisão requerida. O cumprimento de tais princípios é o arcabouço básico a ser seguido para a montagem do processo, iniciando-se pelo mapeamento da propriedade e posteriormente definindo-se que outras informações devem ser incorporadas ao SIG.

1.1 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho é o de integrar o modelo adotado pela empresa REMASA para sua administração com geotecnologias disponíveis, através do desenvolvimento de um SIG, com enfoque produtivo e também visando a obtenção de certificação florestal. Portanto pode-se considerar os seguintes objetivos específicos deste trabalho: a) geração de Banco de Dados dos Projetos de Reflorestamento; b) geração de Mapas temáticos provenientes de informações cadastrais de inventário florestal; c) delimitação das áreas de preservação permanente (APP's); d) elaboração do mapa de vegetação atual e e) analisar e definir a melhor localização para a área de reserva legal (ARL).

2. Materiais e Métodos

Os materiais utilizados para este projeto foram os seguintes:

- ❑ Carta Planimétrica de Tipologia Florestal, escala 1:10000 da Fazenda Lajeado Grande;
- ❑ Dados de Inventário Florestal da Fazenda;
- ❑ Fotos Aéreas na escala 1:20000, de 09/1992;
- ❑ Cena 221_78 Landsat TM7, de 17/07/2000;
- ❑ Softwares: *SPRING* 3.5.1 e *ArcVIEW* 3.2

2.1 Modelagem dos dados

Modelagem de dados pode ser definida como a organização das informações que representam a realidade, no caso, ambiental (CINTRÃO *et al.*, 2000). O mundo real é formado por uma coleção de entidades e suas múltiplas relações. As entidades (rios, edificações, quadras, malha viária, pontos de vendas) possuem atributos (valor, dimensão, tipo) que as caracterizam, classificam ou quantificam.

Para o processo de modelagem fez-se um estudo completo do que o sistema iria atender, no que concerne a: a) gerenciamento dos talhões de floresta plantada; b) mapeamento das áreas de preservação permanente ao longo dos rios e corpos d'água; e c) melhor localização da área de reserva legal. Quanto às informações necessárias, no banco de dados da empresa estariam os atributos relacionados à entidade de área - talhão - denominada de unidade básica de manejo (UBM), ou seja dados alfanuméricos que representam o cadastro florestal.

2.2 Base Cartográfica

2.2.1 Registro

Inicialmente a carta planimétrica de Tipologia Florestal com a representação de elementos de base cartográfica como rios, estradas e o tema de projetos (escala 10000) foi scanerizada em formato *TIFF* com resolução de 300 dpi. Procedeu-se à exportação para o formato *GRIB* com uma resolução de 1m, utilizando o programa *Impima*, módulo do pacote *SPRING* 3.5.1, procedendo-se em seguida ao registro da mesma (*SPRING* 3.5.1), utilizando as interseções da grade de coordenadas UTM no datum SAD69. A imagem foi registrada com um erro rms de 0,2 pixel e com isso a imagem foi exportada para o formato *geotiff* (*).

2.2.2 Vetorização dos dados

No software *ArcVIEW* 3.2 procedeu-se à importação da carta georreferenciada. De acordo com o procedimento referente à modelagem dos dados mencionado anteriormente, os dados foram vetorizados usando as primitivas linhas gráficas (linhas e polígonos) conforme **Tabela 1**. Simultaneamente à digitalização dos talhões foram inseridas as informações referentes à caracterização dos mesmos, como: Nome do Projeto, Número do Talhão no projeto e identificador.

Tabela 1 Vetorização dos dados associados (linhas gráficas e temas)

Primitiva Gráfica	Tema (shape)
Polígonos	Projetos de Reflorestamento/Talhões
	Florestas Nativas/Capoeira
	Lagoas e Banhados
Linhas	Hidrografia
	Estradas
	Linhas de Alta Tensão

2.3 Banco de Dados Relacional

A estruturação de um arquivo shape no *ArcView* é similar a outros softwares de SIG onde os dados espaciais são geotificados numa tabela, neste caso em formato *Dbase*. Com a vetorização do tema relativo aos projetos de reflorestamento, os Tipos e Campos foram definidos conforme a **Tabela 2**: Com os campos criados as informações do inventário florestal foram adicionadas na tabela de atributos, sendo calculados também a área e perímetro de cada talhão.

Tabela 2 Estruturação do Banco de Dados do projeto

Campo	Tipo
Projetos	String
Ano de Plantio	Númérico
Situação de Manejo	Númérico
Espécie	String
Área Basal	Númérico
Volume	Númérico

2.4 Delimitação das áreas de preservação permanente

Para a determinação das áreas de preservação permanente (APP's) foi realizada a operação de "bufferização", que consistiu no estabelecimento de área ao longo das margens dos rios e corpos d'água de acordo com o Código Florestal (LEI Nº 4.771, de 15.09.1965), que determina a distância de 30m de cada lado das margens (para rios com até 10m de uma margem à outra) e 50m de raio para os demais corpos d'água. A **Figura 1** apresenta tal informação espacializada ao longo da área da fazenda.

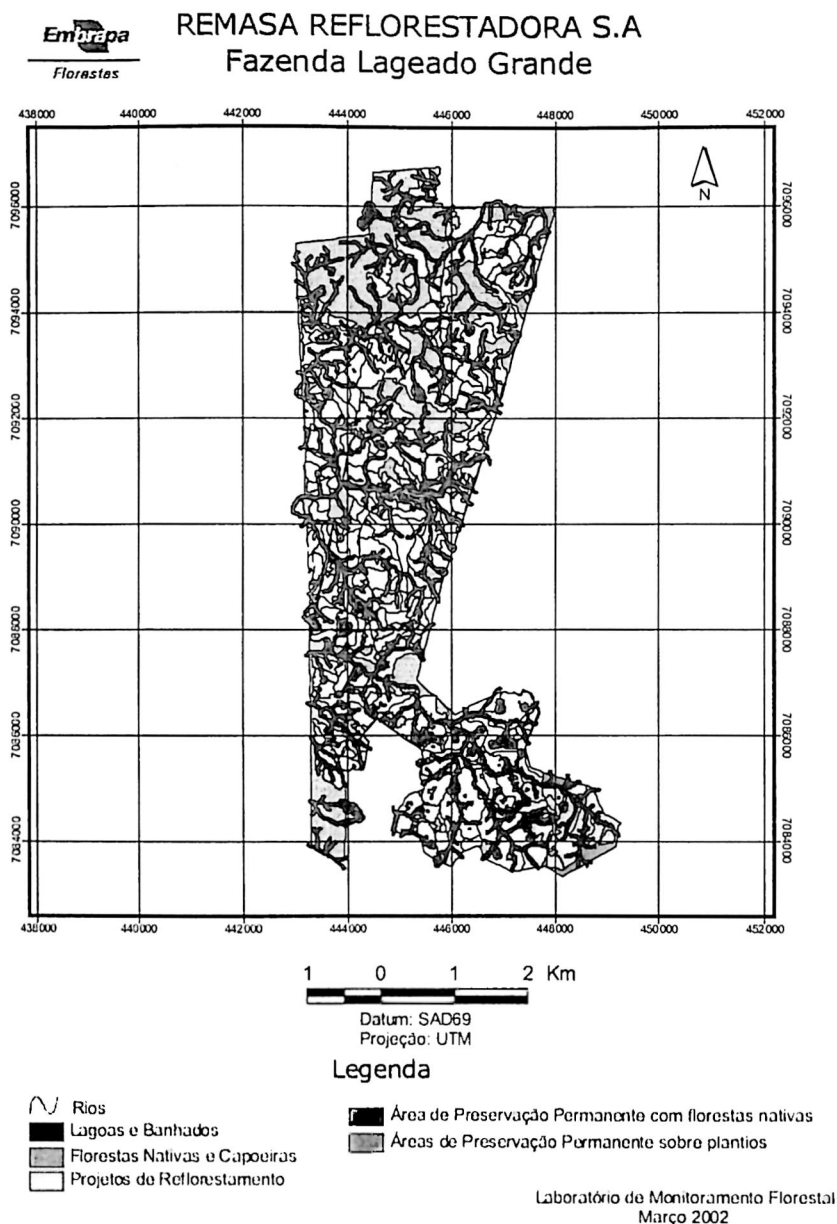


Figura 1 Espacialização das áreas de Preservação Permanente conforme a legislação

A área estudada está dividida entre áreas com floresta natural e áreas com plantios de *Pinus* spp. Na análise realizada, considerou-se que os cursos d'água dentro das áreas naturais estariam dentro do que se denomina conformidade, ou seja, estariam com suas margens respeitadas como áreas de preservação permanente. Já as áreas com plantios florestais mereceriam verificação de campo, porquanto não necessariamente teriam suas APP's respeitadas. Isto é um alerta para a empresa florestal e para os auditores que procedem ao diagnóstico de conformidades e não conformidades para fins de obtenção de certificação florestal. A **Tabela 3** apresenta os valores de área para cada caso e a porcentagem destas áreas em relação à área total da fazenda: percebe-se que as áreas a serem respeitadas pela legislação chegam a valores próximos a 25% da área da propriedade, o que certamente gera impactos consideráveis ao manejo local.

Tabela 3 – Áreas de Preservação Permanente na Fazenda Lageado Grande

APP's	Área (ha)	% Área Total da Fazenda
Total(Código Florestal)	1215.45	28.26
Em floresta natural	521.07	12.11
Em plantios florestais	640.46	14.89

2.5 Processamento da imagem Landsat_TM

A imagem Landsat 7 foi recortada de acordo com a área do projeto. Foram usadas as bandas 1 a 5 e banda 7. Como a imagem apresentava alguma bruma, primeiramente foi tratada com filtro para amenizar tal efeito. Depois disto, usando o software SPRING, e com o objetivo de reduzir o espaço dimensional com perda mínima de informação, foi aplicado o algoritmo Análise de Componentes Principais, que agregou nas três primeiras componentes (bandas) mais de 95% da informação original. Estas três novas bandas foram segmentadas (limiar de similaridade=16 e limiar de área=50), e classificadas por Battacharya, (classificação supervisionada) com as seguintes classes: a) pinus spp; b) pinus jovem; c) araucaria plantada; d) clareiras e) floresta natural. Outras classes certamente existentes na região (água e agricultura, por exemplo) não foram consideradas como significativas para a área do projeto em questão. A **Figura 2** apresenta: a) imagem sintética da composição das três primeiras componentes principais (em RGB) e b) imagem classificada segundo as classes acima mencionadas.



(a)



(b)

LEGENDA

- ☐ Pinus spp
- ☐ Pinus jovem
- ☐ Araucaria plantada
- ☐ Clareiras
- ☐ Floresta Natural

Figura 2 (a) Imagem Landsat 7 - composição colorida das três primeiras Componentes Principais (RGB) e **(b)** classificação supervisionada mostrando as diferentes tipologias presentes na área

2.6 Geração dos Mapas Temáticos

Por se tratar de fenômenos de área, os mapas gerados a partir do SIG utilizam a técnica coroplética. Assim, foi usado Nível de Medida nominal para APP's (Figura 1) numérico para Ano de Plantio (Figura 3), nominal para projetos de reflorestamento (Figura 4).

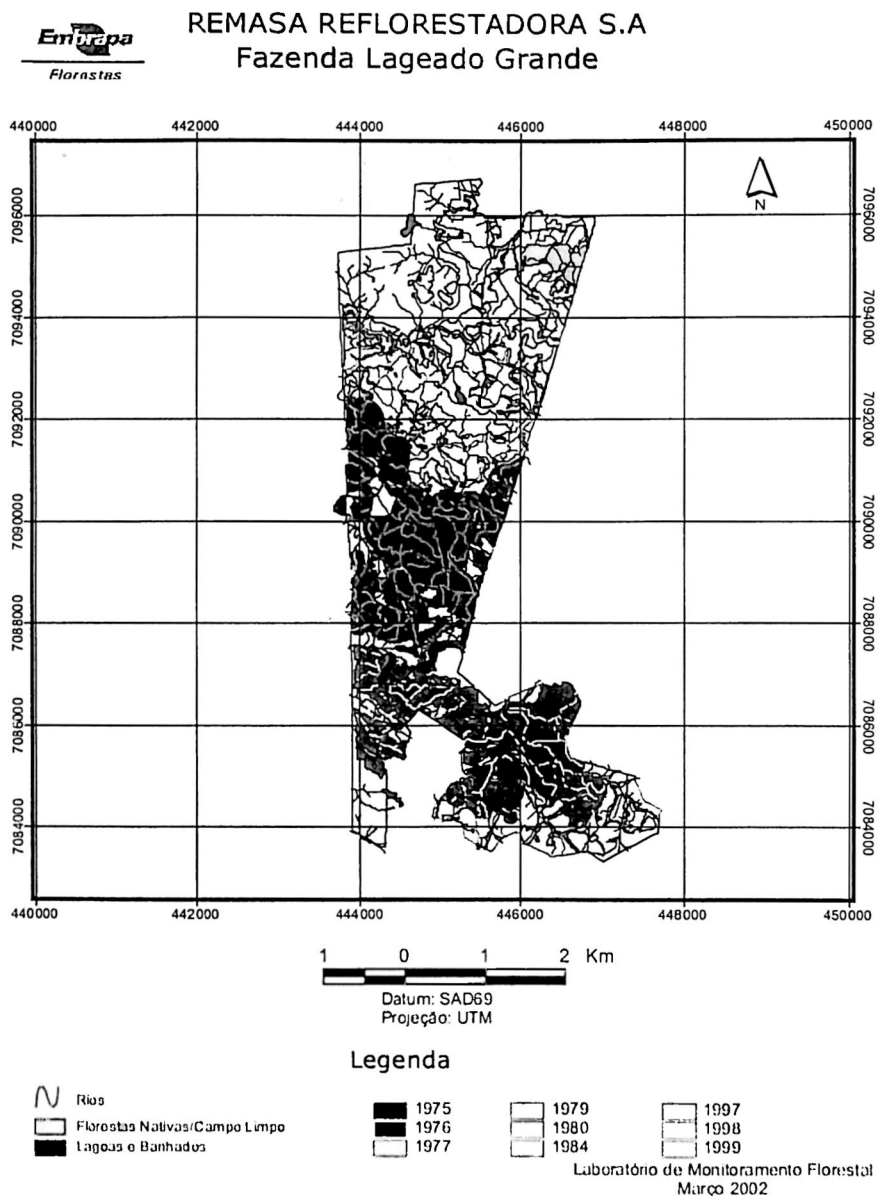


Figura 3 Localização dos talhões discriminados por ano de plantio

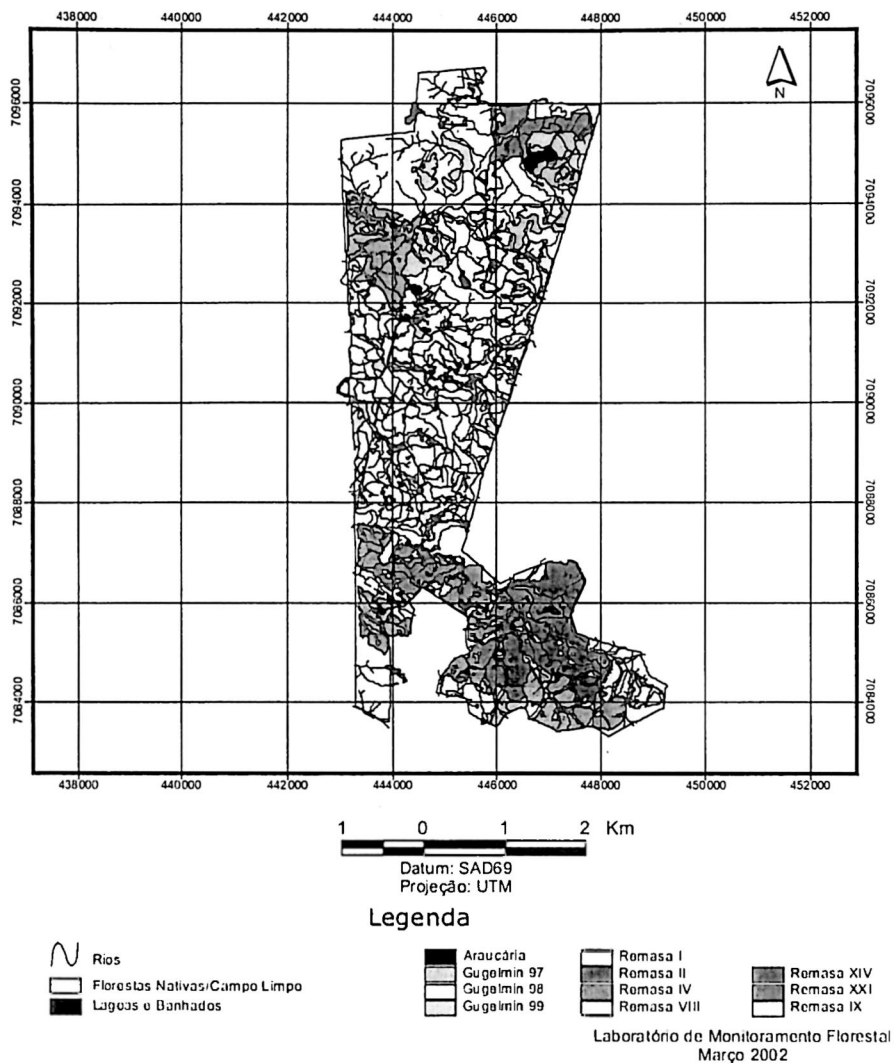


Figura 4 Distribuição da área plantada por projeto

3. Análise dos Resultados e Conclusão

O uso de um instrumental que espacialize a informação facilita o gerenciamento de qualquer empreendimento, desde que os dados sejam cuidadosamente selecionados e coletados criteriosamente. O GIS BRASIL 2002 - 8º SHOW DE GEOTECNOLOGIAS – 2ª MOSTRA DO TALENTO CIENTÍFICO

Banco de Dados é um instrumento atualizável a qualquer momento e facilita a tomada de decisões com relação a procedimentos de manejo a nível de UBM. Mas, para que o gerente florestal possa realmente basear-se nos dados para sua análise decisória, há que se filtrar as informações a priori.

Em termos de legislação, o primeiro passo foi o de incorporar ao projeto o definido no Artigo 2º do Código Florestal (Lei nº 4771, de 15.09.1965), que estabelece os critérios para caracterização de uma área como de preservação permanente (ao longo de rios e lagoas, nos topos de morros, encostas com declive superior a 45°, entre outros). O Artigo 16º do Código foi alterado pela Medida Provisória nº 2.080-61, de 22.03.2001. Segundo esta, deve-se manter no mínimo 20% da vegetação nativa (florestas ou outra forma de vegetação) como Reserva Legal (Região Sul do País), independente da área caracterizada como preservação permanente. Analisando-se a **Figura 1**, percebe-se que o maior fragmento com floresta natural encontra-se no canto superior esquerdo da propriedade e que o mesmo possui área suficiente para atender à legislação. Desta forma, mesmo que houvesse intenção de ampliar a área com plantios florestais, o limite de 20% teria que ser respeitado. Seria também desejável localizar esta área de Reserva Legal contígua a áreas de preservação permanente, aumentando o tamanho do fragmento com vegetação nativa, situação favorável para manutenção da fauna local. O empreendimento é pródigo em cursos d'água, o que contribuiu para que a área de preservação permanente necessária para atender à legislação somasse quase um quarto de sua área total. A análise da imagem satélite contribuiu para a localização da reserva legal, visto que permite a visualização da vegetação existente nas propriedades vizinhas, portanto contíguas à propriedade estudada. Esta localização deve, após ter sido aprovada nas instâncias internas da empresa, ser anotada formalmente em cartório. A informação contida na **Figura 4** é aparentemente administrativa, mas ajuda o gerente florestal a indicar áreas para operações florestais tais como localização de estaleiros (para o arraste de madeira) e aceiros (áreas necessárias para a segurança do empreendimento - contra incêndios, por exemplo) e a planejar desbastes e o corte final.

Outras layers várias podem e certamente serão adicionadas às já apresentadas, de acordo com as necessidades do gerente florestal e em função da disponibilidade de novas informações. A base, entretanto, está lançada e o processo de certificação iniciado.

Empresas florestais de pequeno e médio porte deverão inserir-se no uso de geotecnologias no curto e médio prazos. Não é tarefa fácil, porque mesmo a elaboração do mapeamento básico para uso de auditorias externas depende de informações georeferenciadas e tal expertise não está necessariamente disponível entre os profissionais atualmente no mercado. A inclusão de elementos da área de cartografia na equipe florestal certamente trará uma contribuição necessária para que os compromissos de acuracidade sejam cumpridos. Outra opção seria a de recorrer-se a bureaus especializados, já que o processo de certificação exige uma bateria básica de informações espacializadas que justifica a decisão.

4. Referências bibliográficas

ALMEIDA, A.C., CERVINO, M.A., Uso de fotografias aéreas, GIS e GPS na recomposição ambiental da Aracruz S.A.. In: **Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. Anais do II Seminário de Atualização**. Curitiba, Paraná, 17 a 19 de setembro, 1996. p. 59-68.

ALVES, D.S., Sistemas de informação geográfica. In: **Geoprocessamento**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p.66-78.

CINTRÃO, Luciana M.G. & Luciano P. *Curso de Geotecnologia Aplicada: Planejamento Urbano*. Gis Brasil 2000, Salvador.

IMAFLOA, Programa de certificação florestal. Disponível em:

<http://www.imaflora.org/Programas/pcf.html>. Pesquisado em 10/01/2001

MOREIRA, C.A., LUNARDI, O.A., RIBAS JR., U. Implantação do sistema de informações geográficas para a divisão florestal da empresa Battistella (Mobasa). In: In: **Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. Anais do IV Seminário de Atualização.** Curitiba, Paraná, 23 a 25 de outubro, 2000. p. 23-36.

OLIVEIRA FILHO, P.C., **Implementação de Sistemas de Informação Geográfica para a gestão da empresa florestal.** Tese de doutoramento submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, 2001. 152p.

SIEBERT,U. e GRANEMANN, E., , Fundamentos de GIS. In: **Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. Anais do I Seminário de Atualização.** Curitiba, Paraná, 13 a 15 de setembro, 1994. p. 69-71.

SILVA, S.H.F.da e BARNECHE, R.S., Na busca de um sistema de informações geográficas – o caso da Klabin Riocell. In: **Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. Anais do IV Seminário de Atualização.** Curitiba, Paraná, 23 a 25 de outubro, 2000. p. 53-56.