

PAULO COSTA DE OLIVEIRA FILHO

**IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA PARA A GESTÃO DA EMPRESA FLORESTAL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais, Área de Concentração Manejo Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

**CURITIBA
2001**



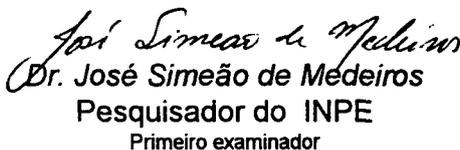
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico – CAMPUS III
80210-170 - CURITIBA - Paraná
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

PARECER

Defesa nº 431

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o doutorando PAULO COSTA DE OLIVEIRA FILHO em relação ao seu trabalho de tese intitulado "IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA A GESTÃO DA EMPRESA FLORESTAL", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Doutor em Ciências Florestais*, na área de concentração em *Manejo Florestal*.


Dr. Afonso Figueiredo Filho
Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Orientador e presidente da banca examinadora


Dr. José Simeão de Medeiros
Pesquisador do INPE
Primeiro examinador

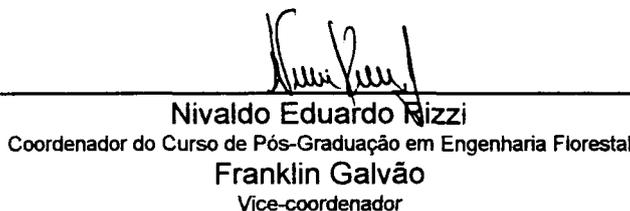

Dr. Edilson Batista de Oliveira
Pesquisador da EMBRAPA-CNPFIloresta
Segundo examinador


Dr. Everton Passos
Professor e Pesquisador do Departamento de Geografia da UFPR
Terceiro examinador


Dr. Sebastião do Amaral Machado
Professor e Pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Quarto examinador



Curitiba, 29 de março de 2001.


Nivaldo Eduardo Rizzi
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Franklin Galvão
Vice-coordenador

“É melhor lançar-se à luta em busca do triunfo, mesmo expondo-se ao insucesso, que formar na fila com os pobres de espírito, que nem gozam muito, nem sofrem muito; e vivem nessa penumbra cinzenta sem conhecer vitória nem derrota.”

Roosevelt

AGRADECIMENTOS

Ao Professor e Orientador **Dr. Afonso Figueiredo Filho**,
Ao Professor e Co-Orientador **Dr. Flávio Felipe Kirchner**,
ambos do Departamento de Ciências Florestais da UFPR – Universidade Federal do Paraná;

Ao Pesquisador e Co-Orientador **Dr. José Simeão de Medeiros**,
do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

Ao Pesquisador e Co-Orientador **Dr. Edilson Batista de Oliveira**,
da CNPF/EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas
pela amizade, pela orientação e incentivo durante o decorrer de todo o trabalho;

Às Indústrias **João José Zattar S.A** e
Ao jovem empresário **Sr. Miguel Zattar Filho**;
Ao **Sr. João Batista Guerreiro Júnior**,
pela amizade, pelos incentivos à pesquisa científica e pelas condições logísticas oferecidas para que este trabalho fosse executado com sucesso;

À **PISA Florestal S.A**, pelos dados oferecidos, necessários à condução dos trabalhos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de doutorado oferecida durante o curso;

À bibliotecária do Setor de Ciências Agrárias **Simone Utida dos Santos Amadeu** pela colaboração nas correções necessárias;

Meus sinceros agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram na execução deste projeto.

BIOGRAFIA DO AUTOR

O autor nasceu em 09 de dezembro de 1964, na cidade de Curitiba, Paraná, filho de Paulo Costa de Oliveira e Dora de Assumpção Oliveira.

Sua vida estudantil foi iniciada no Colégio Bom Jesus, em Curitiba, em 1972, onde cursou toda a fase primária e secundária da vida acadêmica tendo concluído o 2º grau em 1982.

Em 1984 ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, onde graduou-se em março de 1989.

Após a obtenção do título, iniciou sua vida profissional, onde desenvolveu diversos trabalhos principalmente ligados à área de Manejo Florestal.

Em março de 1994 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na Universidade Federal do Paraná, obtendo o título de Mestre em Manejo Florestal na linha de pesquisa de sensoriamento remoto em 1996.

Em março de 1997 iniciou o curso de Doutorado, nesta mesma Universidade, dando continuidade aos trabalhos na linha de pesquisa de geotecnologias aplicadas ao manejo florestal, concluindo-o na presente data com a defesa deste trabalho.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	4
2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA ÁREA FLORESTAL	7
2.3 OS SISTEMAS SPRING, SISPINUS e PLANIN	21
3 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS SOBRE O USO DE GEOTECNOLOGIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA O GERENCIAMENTO DA EMPRESA FLORESTAL	23
3.1 Topografia Na Empresa Florestal	23
3.2 Importância da Base Cartográfica em Meio Digital	27
3.3 Uso de GPS Para o Georreferenciamento de Áreas de Interesse	34
3.4 Importância de um Cadastro Florestal	43
4 MATERIAL E MÉTODOS	46
4.1 MATERIAL	46
4.1.1 Áreas de Estudo	46
4.1.1.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo de Caso N° 01	46
4.1.1.2 Localização e Caracterização da Área de Estudo de Caso N° 02	47
4.1.2 Equipamentos, softwares e outros materiais utilizados	47
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49

4.2.1	Procedimentos Metodológicos do Estudo do Caso nº 01	50
4.2.1.1	Topografia	50
4.2.1.2	Bases Cartográficas	52
4.2.1.3	Georreferenciamento	53
4.2.1.4	Produção do Cadastro de Dados para as Fazendas	56
4.2.1.5	Construção do Modelo de Dados do SIG para o Caso nº 01	57
4.2.1.6	Aplicações do SIG no Caso nº 01 como Ferramenta de Suporte Administrativo Rural	60
4.2.2	Procedimentos do Estudo de Caso nº 02	60
4.2.2.1	Construção do Modelo de Dados	61
4.2.2.2	Aplicações do SIG no Caso nº 02 como Ferramenta de Suporte ao Manejo Florestal	63
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
5.1	Caso nº 01	72
5.1.1	Considerações sobre a Topografia	72
5.1.2	Georreferenciamento	73
5.1.3	Bases Cartográficas	74
5.1.4	Produção do Cadastro de Dados para as Fazendas	74
5.1.5	Construção do Modelo de Dados do Caso nº 01	75
5.1.6	Aplicações do SIG no Caso nº 01 como Ferramenta de Suporte Administrativo Rural e de Manejo Florestal	76
5.2	Caso nº 02	79
5.2.1	Construção do Modelo de Dados do Caso nº 02	79
5.2.2	Simulação da Produção Florestal Futura por Sortimento de Matéria-Prima com Uso do Programa SISPINUS	79
5.2.3	Cálculo dos Parâmetros de Avaliação Econômica dos Povoamentos para Rotações de 22 a 30 anos com Uso do Sistema PLANIN	83
5.2.4	Aplicações	84
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	89

ANEXO 01: MAPAS DO ESTUDO DE CASO 01	91
ANEXO 02: MAPAS DO ESTUDO DE CASO 02	101
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 01 – MAPA TOPOGRÁFICO SIMPLES, ORIENTADO PELO NORTE MAGNÉTICO E SEM QUALQUER SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO	26
FIGURA 02 – BASE CARTOGRÁFICA DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DE UMA FAZENDA DAS INDÚSTRIAS ZATTAR	32
FIGURA 03 – EQUIPAMENTO DE GPS E TELA DO SOFTWARE PATHFINDER OFFICE, UTILIZADO PARA EFETUAR CORREÇÕES DIFERENCIAIS	41
FIGURA 04 – ÁREAS DE ESTUDO PARA OS CASOS 1 E 2	48
FIGURA 05 – REPRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA OPERACIONAL DO TRABALHO PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS DO ESTUDO DE CASO 1	51
FIGURA 06 – MODELO DA ORGANIZAÇÃO DOS DADOS NO SIG	57
FIGURA 07 – REPRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA OPERACIONAL DO TRABALHO PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS 2	61
FIGURA 08 – REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENTES APLICAÇÕES DIRETAS OBTIDAS NO MODELO DE DADOS FORMADO	65
FIGURA 09 – REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENTES APLICAÇÕES DIRETAS OBTIDAS NO MODELO DE DADOS COM A UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS ECONÔMICOS	66
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENTES APLICAÇÕES OBTIDAS COM USO DA LINGUAGEM ESPAÇO-GEOGRÁFICA E TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL	68
FIGURA 11 – COMPARAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE SIGs BASEADO EM ESTUDO DE FERRARI 1996	78

FIGURA 12 – EXEMPLO DE OPERAÇÃO EXIBINDO O RESULTADO DE UMA CONSULTA AOS DADOS DE UM TALHÃO	87
FIGURA 13 - OPERAÇÃO EXIBINDO O RESULTADO DA SEGUINTE CONSULTA: SEPARE OS TALHÕES QUE POSSUEM PLANTIOS DE Pinus taeda EM ÁREAS DE RELEVO PLANO, E QUE TERÃO UMA PRODUÇÃO MÍNIMA DE 200 METROS CÚBICOS DE MADEIRA PARA O SORTIMENTO LAMINAÇÃO NO ANO 2018	88
FIGURA 14 – GERAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO DO TERRENO NA ÁREA DO ESTUDO A PARTIR DE ISSO-LINHAS OU CURVAS DE NÍVEL E GERAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DA HIPSOMETRIA EM CLASSES DE 20 EM 20 METROS	88

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 01 – ESTRUTURA DE PLANOS DE INFORMAÇÃO UTILIZADA NA PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE UMA EMPRESA FLORESTAL	31
TABELA 02 – EXEMPLO DOS DADOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL UTILIZADO COMO ENTRADA NO SIMULADOR SISPINUS	82
TABELA 03– EXEMPLO DE DADOS DE PRODUÇÃO DE UM POVOAMENTO SIMULADOS POR SORTIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA	82
TABELA 04 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE POVOAMENTOS DE <i>Pinus taeda</i> E <i>Pinus elliottii</i> PARA ENTRADA NO PLANIN	83
TABELA 05 – PREÇOS DE MADEIRA POR SORTIMENTO DE <i>Pinus taeda</i> e <i>Pinus elliottii</i> UTILIZADOS PARA ENTRADA NO PLANIN	84
TABELA 06 – RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICA OBTIDA PARA O TALHÃO 136B PARA A ROTAÇÃO DE 22 ANOS	84

LISTA DE QUADROS

	Pág.
QUADRO 01 – INFORMAÇÕES INICIAIS UTILIZADAS EM CADASTRO	56
QUADRO 02 – MODELO DE DADOS PARA O CASO N° 01	59
QUADRO 03 – MODELO DE DADOS PARA O CASO N° 02	62
QUADRO 04 – MODELO DE DADOS NO INÍCIO DO TRABALHO	80
QUADRO 05 – MODELO DE DADOS APÓS A PRODUÇÃO DE ALGUNS RESULTADOS	81

RESUMO

Este trabalho objetivou mostrar a importância e a integração do modelo administrativo de empresas florestais com as geotecnologias atualmente disponíveis, como topografia, cartografia digital, GPS e cadastro, através da implementação de sistemas de informação geográfica. Como base do trabalho, foi utilizado o sistema SPRING (*Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas*) desenvolvido pelo INPE (*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*). Também foram utilizados os sistemas SISPINUS (*Simulador de Crescimento e Produção de Pinus elliottii e Pinus taeda*) e PLANIN (*Planejamento Florestal Integrado*), ambos desenvolvidos pela EMBRAPA (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*) e UFPR (*Universidade Federal do Paraná*). O Uso do SPRING integrado a simuladores da produção tornou viável a construção de um sistema que possibilita a espacialização dos resultados simulados de produção florestal. Utilizou-se dados de duas empresas florestais distintas, o que permitiu que o trabalho fosse bastante abrangente, tendo características básicas desde a estruturação e implementação do sistema para suporte administrativo rural de fazendas, passando pela espacialização da prognose de crescimento e produção por sortimento de madeira bem como da programação de cortes e parâmetros econômicos, até resultados mais avançados de análise espacial. O trabalho também demonstrou a flexibilidade de modelos de dados distintos onde optou-se por diferentes aplicações, mostrando a aplicabilidade do sistema tanto como ferramenta de suporte administrativo da empresa rural, como também para o planejamento e manejo florestal de espécies de rápido crescimento. Ambos os sistemas de informação geográfica implementados apresentaram bons resultados e demonstraram grandes possibilidades de contribuição tanto na área operacional quanto administrativa, proporcionando a rápida visualização espacial de informações do banco de dados como também a integração e produção de novas informações que podem auxiliar os processos de decisão e planejamento das empresas.

ABSTRACT

This work aimed at to show the importance and the integration of the administrative model of forest companies with the presently available geotechnologies, such as topography, digital cartography, GPS and cadastre, through the implementation geographical information systems. As base of this work, it was used the system SPRING (System for Processing of Information Georeferenced) developed by INPE (National Institute of Space Researches). They were also used the system SISPINUS (Growth and yield Simulator for *Pinus elliottii* and *Pinus taeda*) and PLANIN (Integrated Forest Planning), both developed by EMBRAPA (Brazilian Company of Agricultural Research) and UFPR (Federal University of Paraná). The use of the SPRING integrated into simulators of the production made viable the construction of a system that makes possible the spacialization of the simulated results of forest production. It was used data from two different forest companies, which allowed that work was sufficiently comprising, having basic characteristics from the structuring and implementation of the system for rural administrative support of farms, including the spacialization of the growth and yield prognosis for wood assortment, as well as of the programming of cuts and economical parameters, until advanced results of spatial analysis. This research also demonstrated the flexibility of models from different data set where it was foccused different applications, showing the applicability of the system as much as tool of administrative support of the rural company, as well as for the planning and forest handling of fast growth species. Both geographical information systems implemented presented good results and demonstrated great contribution possibilities as in the operational area as in the administrative one, providing quick spatial visualization of information of the data base as well as the integration and production of new informations that can aid the decision processes and planning of the companies.

1 INTRODUÇÃO

As geotecnologias têm feito parte do dia a dia de empresas florestais já há bastante tempo. Diversas atividades operacionais imprescindíveis ao manejo de florestas exigem informações como quantificação de áreas e mapas de localização e apoio. Na última década houve avanços significativos nesta área, sendo que, as empresas tomaram diversos caminhos em função de seus objetivos iniciais e disponibilidade de recursos.

Atualmente, diante de um novo conceito de trabalho, que se volta para tecnologias digitais, as empresas cada vez mais repensam seus modelos operacionais e administrativos. Informações valiosas tendem a ser muito mais utilizadas nos processos de decisão e planejamento da empresa, tornando-as cada vez mais independentes e cuidadosas em assegurar mecanismos de sustentabilidade para o futuro. Portanto a informação, como alternativa para a melhor gestão de negócios, tem sido o caminho para o controle dos recursos naturais e de produção.

Os sistemas de informação geográfica são ferramentas das mais eficientes como integradores de diferentes formatos e tipos de informação, ainda proporcionando um conjunto de operações de análise bastante poderoso. Entre alguns dos sistemas existentes, o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas desenvolvido pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, tem se destacado como um dos sistemas de informações geográficas mais promissores.

A simulação da produção de plantios florestais tem importância vital para o manejo e o planejamento da empresa florestal. No Brasil, entre os poucos sistemas que fazem a simulação da produção está o SISPINUS - Simulador de Crescimento e Produção de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, desenvolvido pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e UFPR – Universidade Federal do Paraná. Este programa possibilita, através da prognose de crescimento e da produção de povoamentos de *Pinus*, a simulação de desbastes e o sortimento das estimativas de volume total de madeira em volumes parciais, estimados para segmentos dos troncos com dimensões adequadas a cada finalidade industrial. O modelo é baseado em funções de distribuição de probabilidades que descrevem as distribuições de

diâmetro e altura das árvores do povoamento em diversas idades, sítios e número de árvores por hectare.

Como ferramenta complementar ao SISPINUS, o programa PLANIN - Planejamento Florestal Integrado, também desenvolvido pela EMBRAPA e UFPR possibilita os cálculos dos parâmetros econômicos, que viabilizam as análises econômicas de cada simulação de manejo realizada pelo SISPINUS, o que proporciona um suporte valioso para as análise econômico-financeiras dos povoamentos florestais.

A importância de integrar os sistemas SISPINUS e PLANIN ao SPRING está na construção de um sistema de informações geográficas direcionado para o manejo florestal, onde seja possível visualizar na forma de mapas, em tempo real, cenários de produção para o presente e para o futuro. Este foi um dos objetivos desse trabalho.

As geotecnologias em empresas que gerenciam grandes áreas de terra, entre as quais empresas de base florestal, têm sua importância já reconhecida como fonte de informações logísticas, navegação, diagnósticos, prognósticos e modelos de simulação.

Este trabalho mostra também a integração de ferramentas como topografia, cartografia digital, sistemas de posicionamento global (GPS), cadastro e técnicas de simulação da produção florestal, voltadas para a implementação de sistemas de informação geográfica (SIG) baseado no modelo de dados orientado a objetos.

Foram alvo deste estudo, duas empresas florestais totalmente distintas em suas concepções de trabalho, sendo implementados dois sistemas diferenciados com a mesma finalidade básica: proporcionar suporte administrativo através da integração das diversas ferramentas mencionadas, além do uso de análises e visualização espacial das áreas de estudo. Este trabalho enfoca o uso de SIG para suporte administrativo, não somente de empresas de porte, como por exemplo as empresas de papel e celulose, mas também para empresas menores e menos estruturadas que constituem grande parte do setor florestal brasileiro.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi integrar o modelo administrativo de empresas florestais com as geotecnologias atualmente disponíveis, através da implementação de um banco de dados geográficos para suporte ou apoio à gestão da empresa florestal.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Mostrar a aplicabilidade da topografia, base cartográfica, GPS e outras tecnologias indispensáveis ao gerenciamento da empresa florestal e que são condicionantes para a implementação de um sistema de informações geográficas;

b) Apresentar a estruturação e implementação completa de um sistema de informações geográficas em uma empresa florestal;

c) Apresentar um modelo de uso integrado de dados a partir do SPRING desenvolvido pelo INPE, com o do SISPINUS e o PLANIN, ambos desenvolvidos pela EMBRAPA e UFPR;

d) Desenvolver e apresentar consultas por expressão lógica, por agrupamentos de atributos do banco de dados e análises espaciais com dados utilizados pelas empresas envolvidas no estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

De acordo com MARBLE et al. (1990) os SIGs são sistemas que armazenam, recuperam, manipulam, analisam e exibem eficientemente os dados de acordo com as especificações definidas pelo usuário.

Esta definição de MARBLE já supõe que um SIG não deve ser imaginado como um produto totalmente padronizado e pré-moldado, pois deve haver uma harmonia perfeita entre o sistema e o usuário para que os objetivos sejam alcançados.

Segundo RODRIGUES (1990), SIG pode ser entendido como o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento, e uso de sistemas que as utilizam.

ALVES (1990) define os SIGs como sistemas destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente. Estes sistemas manipulam dados de diversas fontes como mapas, imagens de satélites, cadastros e outras, permitindo recuperar, combinar informações e efetuar os mais diversos tipos de análise sobre os dados. De acordo com o mesmo autor, SIGs são sistemas desenvolvidos para resolver os problemas de manipulação e apresentação de volumosas quantidades de dados geocodificados, principalmente naqueles casos onde o volume de dados a ser processado seria tão grande, que os métodos manuais seriam insuficientes e demorados e/ou onde o conjunto de manipulações a ser realizado seria tão complexo, que caso fosse levado a cabo, apresentaria erros consideráveis.

Para MAGUIRE, GOODCHILD e RHIND (1991), SIG é uma tecnologia de informação que armazena, analisa e mostra dados espaciais e/ou não-espaciais. Entendendo-se por tecnologia, o conjunto de métodos e materiais usados para alcançar objetivos, e por sistema, o conjunto de componentes que interagem para alcançar um objetivo comum.

Uma das definições mais lógicas e inteligentes é a de BURROUGH (1989), que define SIG como um poderoso conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e representar visualmente dados espaciais, a partir do mundo real, para um conjunto particular de propósitos.

Para TEIXEIRA, MORETTI e CHRISTOFOLETTI (1992), SIGs são sistemas que utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, ou seja os aspectos do meio natural como relevo, solo, clima, vegetação, hidrografia, etc., e os componentes sociais, econômicos e políticos, sobre os quais atuam uma série de operadores espaciais, ou seja o conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas.

Para ASSAD e SANO (1998), SIGs são sistemas destinados ao tratamento automatizado de dados georreferenciados, que manipulam dados de diversas fontes e formatos, dentro de um ambiente computacional ágil, capaz de integrar as informações espaciais temáticas e gerar novos dados derivados dos originais.

As últimas duas definições apresentam um ponto vital na caracterização de um SIG. Trata-se de operações matemáticas e análises, as mais variadas, e que geram novas informações ou novos dados a partir daqueles carregados no sistema.

XAVIER-DA-SILVA e CARVALHO FILHO (1993) acreditam que os SIGs não devem ser entendidos apenas como uma técnica de produção de mapas temáticos, áreas de *buffers*, medidor de distâncias e outros artifícios de análise topológica. Devem também ser entendidos como base metodológica para uma análise ambiental, para proporcionar suporte administrativo às empresas, entre outros benefícios.

O poder do *marketing*, gerou muitas confusões para o usuário não familiarizado às geotecnologias. Para muitos, um SIG nada mais é do que um sistema que trabalha operações sobre mapas com diferentes *layers*. De acordo com FRANK (1993), há razões históricas para isso, pois esta era a característica dos primeiros SIGs que foram projetados para manter várias coleções de mapas e desenhos de engenharia.

Para MONTGOMERY e SCHUCH (1993), um SIG tem a capacidade de utilizar uma combinação lógica de *layers* ou camadas de dados para análises. Vários tipos de informação podem ser armazenados separadamente, posicionadas sobre uma área geográfica comum, e utilizadas simultaneamente em análises.

O que torna um SIG especial é exatamente esta capacidade e velocidade para manipular e analisar diferentes informações através da combinação de diversos tipos de dados envolvendo tanto informações espaciais (vetoriais e matriciais) quanto informações não-espaciais (alfa-numéricas). Isto torna possível tarefas antes

muito difíceis, ou até impossíveis de serem realizadas, como também acelera a velocidade na obtenção de resultados, proporcionando maior capacidade de simulações do mundo real nas áreas de estudo mais variadas. Portanto, um SIG é muito mais do que simplesmente um conjunto de dados georreferenciados, possui outras informações não espaciais, além de ferramentas que possibilitam análises espaciais, bem como resultados tabulares e espaciais complexos.

DALE (1991), fez referência ao SIG, que mais se aproxima da idéia para modelar a uma empresa florestal/agropecuária: A aplicação essencial de um SIG, está nos sistemas de informação da terra, ou seja, a informação do solo é fundamental para a maioria das atividades humanas. Entre outros, os benefícios dos sistemas de informação aplicados à terra são:

- Certeza da propriedade;
- Segurança da posse;
- Redução de disputas de terra;
- Escrituras aperfeiçoadas;
- Estímulo ao mercado imobiliário de terras;
- Segurança de crédito;
- Monitoramento do mercado de terras;
- Facilidades de reformas na propriedade;
- Gerenciamento da situação das áreas;
- Maior eficiência nos impostos rurais;
- Aperfeiçoamentos no planejamento físico;
- Suporte para o gerenciamento de recursos da terra.

Neste tópico em especial sobre o gerenciamento dos recursos da terra, voltando àquela definição de que um SIG deve também ser entendido como base metodológica para análise e suporte administrativo, esta análise pode também entrar nas especificidades do manejo e planejamento florestal de talhões. Entendendo o talhão como a menor unidade de manejo florestal o SIG pode proporcionar suporte para a minimização dos custos de produção, além de estabelecer formas de complementar as simulações de prognose da produção, visualizando resultados e predições que quebram as barreiras entre o mundo virtual e a realidade.

Qualquer empresa detentora de uma grande extensão de terras, independente de suas atividades, tem em um SIG, uma grande ferramenta de suporte administrativo, que além de produzir estatísticas, gráficos de produção, relações entre variáveis administrativas (atributos), entre outras, permite visualizar em tempo real estes resultados em forma de mapas; o que traz, sem dúvida alguma, grande agilidade nas tomadas de decisão, em análises que podem determinar novos rumos à empresa, podendo gerar, portanto, relatórios indispensáveis e rotineiros em reuniões de uma empresa, e o que é mais importante, com a visualização gráfica ou espacial bem detalhada das informações.

De acordo com BURROUGH (1991), o avanço da tecnologia de mapeamento, métodos de interpolação, sensoriamento remoto e modelagem, tem proporcionado a instituições ambientais e de levantamento de solos, ferramentas úteis que são utilizadas para padronizar a produção de mapas e relatórios, além da pesquisa.

De acordo com TAYLOR (1991), a aplicação fundamental do SIG é bem mais universal e trata do desenvolvimento das nações. O argumento central do autor é de que a tecnologia tem potencial para ser utilizada no desenvolvimento de países da África, Ásia e América Latina, onde há ainda muitos problemas de natureza técnica, social, econômica e política.

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA ÁREA FLORESTAL

Segundo BASKERVILLE (1991), mapas digitalizados não são produtos desta tecnologia – o produto é o melhor uso da informação nos processos de decisão no manejo de florestas. O uso de SIG é mais do que um simples avanço tecnológico aos mecanismos de gerenciamento florestal. Esta tecnologia abre uma visão filosófica totalmente nova ao manejo florestal. O SIG oferece uma oportunidade para modificações qualitativas e quantitativas ao projeto e implementação do manejo florestal. Torna possível a implementação de uma política florestal, planos de manejo, de operação, e o que acontece na floresta pode ser relatado de uma forma numericamente consistente. A floresta é o alvo de políticas e projetos de manejo. De acordo com o mesmo autor, políticas e planos são bonitos, mas são somente palavras e não a realidade. Realidade é a floresta.

Tendo uma informação consistente ligada através do plano florestal ao plano político, faz-se o processo de planejamento de manejo florestal qualitativamente diferente. Formas totalmente novas de abordar o manejo florestal e seu relacionamento com a política e operações têm sido obtidas através desta tecnologia.

Um exemplo da integração entre o plano florestal e o plano político é a construção de cenários que simulem a situação produtiva da empresa no futuro. Como o bom planejamento depende primeiramente da produção e depois do escoamento desta produção, a simulação da capacidade produtiva e de escoamento da produção, entre outros, pode ser considerada com mais cautela na tomada de decisão.

COPELAND (1991), comenta que os SIGs são importantes na globalização econômica, para tornar a indústria florestal mais competitiva sendo portanto, uma das ferramentas mais importantes do setor florestal.

HOFFER (1991), menciona que através desta tecnologia os manejadores dos recursos florestais possuem uma série de dados e ferramentas de análises disponíveis, com as quais apenas se sonhava no passado, e que possibilitam a obtenção de informações oportunas e de maneira segura, tanto de interesse local, regional ou global.

DANGERMOND (1991), apresenta como sendo de grande importância os relatórios e estatísticas derivadas dos sistemas de informação geográfica, especialmente para os propósitos de manejo e monitoramento, não somente os recursos da cartografia automatizada. Além disso, muitas organizações fazem uso da capacidade de modelagem dos *softwares* de SIG para analisar recursos naturais. Iniciando com modelos e simulações simples, estas organizações, através do tempo e com suporte da pesquisa científica básica e melhor entendimento teórico, estão criando modelos mais confiáveis e mais sofisticados. Alguns modelos simplesmente automatizam o cálculo de produção da floresta, auxiliam tanto o uso do solo quanto na rede viária de transporte, auxiliam na seleção das florestas a serem exploradas ou conservadas, na sensibilidade para identificar áreas de preservação, ou ainda para analisar possíveis alternativas para o manejo da floresta. Segundo este mesmo autor, a medida que se ganha confiança nestas tecnologias, aplicações mais complexas e poderosas de modelagem são possíveis.

Esta afirmativa lembra a escala natural de desenvolvimento na implementação destes sistemas em empresas e instituições. Além disso, cada caso deve ser tratado especificamente, pois o ponto de partida dificilmente será o mesmo, considerando aspectos como recursos humanos, financeiros, objetivos diretos, entre outros.

LEVINSOHN e BROWN (1991), afirmaram que adequadamente desenvolvida e aplicada, esta tecnologia pode facilitar o desenvolvimento de soluções específicas para problemas complexos de execução do desenvolvimento sustentável. Bases de dados geográficos interligados a modelos de predição, podem propiciar capacidades para análises e comparação de alternativas. Muitos modelos de planejamento normalmente são deficientes no que concerne ao manejo integrado de recursos, e carecem de facilidades para acumular experiências e serem modificados de acordo com estas experiências. Estes autores ainda complementam que os processos devem incluir mecanismos de realimentação que possam registrar os efeitos das ações do manejo baseado em simulações e outras análises de dados direcionados para o refinamento dos modelos.

O manejo florestal e o SIG, são tidos como uma solução para o crescimento do estoque de florestas. O manejo florestal envolve o projeto e implementação de planos de ações, ou de ausência de ações, seqüenciadas no tempo e no espaço em ordem para controlar o futuro da floresta em termos de estrutura, ou seja, da distribuição de classes de idade, e deste modo obter um fluxo desejado de benefícios. Já o SIG permite o rápido acesso à informação espacializada, o que torna o planejamento muito mais eficiente.

Segundo BRINKER e JACKSON (1991), os estudos publicados envolvendo o uso do SIG em estudos de recursos florestais, é limitado. Estes autores citam SMITH (1983), que utilizou uma combinação de técnicas de SIG e otimização matemática para avaliar o desenvolvimento do custo/benefício da exploração de árvores de interesse no Estado de Minnesota, Estados Unidos. Neste estudo, foram alocados pontos representativos dos centros de mercado baseado em raios de 160 Km, locação espacial destes pontos e inter-relação destes com regiões de mercado de competição em forma de mapa. Foi também utilizada a programação linear para alocar pontos para os centros de mercado via minimização global dos custos de transporte. Distâncias de transporte foram calculadas obtendo-se distâncias rodadas

entre o centro de cada estaleiro ao centro de mercado. Os custos de transporte foram obtidos através de modelos de regressão desenvolvidos pelo Departamento de Transporte de Minnesota. De acordo com o mesmo autor, é recomendado o uso de sistemas similares para colocar a informação florestal dentro de uma perspectiva espacial para propostas administrativas e de planejamento. Desta forma, a adoção de tais métodos para o planejamento do gerenciamento ou manejo florestal, poderiam facilitar extraordinariamente o uso das relações espaciais, que são importantes e portanto devem ser consideradas.

De acordo com BRINKER e JACKSON (1991), um dos primeiros usos de SIGs foi a modelagem cartográfica, isto é, a manipulação de dados mapeados, de várias formas, fundamental para a função analítica dos SIG. A modelagem cartográfica é uma ferramenta flexível com uma utilidade limitada somente pela criatividade do usuário, e pode ser utilizada em conjunção com outros tipos de simulação ou modelagem estatística. Mas como condicionado por BRINKER e JACKSON (1991), o papel dos modelos cartográficos no manejo e planejamento dos recursos florestais pode estar em torno do centro das propriedades heurísticas destes, mais do que a uma resposta específica para uma questão específica. Estes mesmos autores complementam que muitas vezes tempo e dinheiro tem sido o problema para a formação de um banco de dados em estudos de análises de locação e suprimento de madeira, porém, a partir do momento em que estudos são realizados, análises profundas podem ser conduzidas.

Muitas empresas supervalorizam apenas os softwares e sistemas no sentido de que estes possam resolver todos os seus problemas, e ainda minimizar custos. No entanto, deve-se priorizar a base de informações e métodos de manutenção de um banco de dados atualizado, pois somente informações corretas e atuais permitirão análises criteriosas e resultados confiáveis.

Métodos integrando sistemas de informações geográficas e modelos de comportamento do vento foram adotados por ZACK e MINNICH (1991), para inter-relacionar informações de importância para análises de incêndios florestais, envolvendo dados meteorológicos, topográficos, tipo de material combustível, umidade do material combustível, umidade relativa do ar, distâncias, tempo de acesso, proximidade às reservas de água, tipos de solo como indicador do tipo de equipamento que pode ser carregado, entre outras, objetivando produzir uma

modelagem para proporcionar informações vitais à rápida formulação de estratégias de gerenciamento e controle.

Sabe-se que, principalmente em regiões bastante acidentadas, um bom planejamento de ocupação do solo muitas vezes acaba priorizando o uso agrícola em terrenos menos ondulados, tornando áreas não agricultáveis do ponto de vista mecanizável, destinadas à produção florestal. Daí a importância no manejo de florestas, em se caracterizar bem o relevo, que aliás tem influência em diversas atividades desde o planejamento de estradas, passando pela silvicultura e o manejo, até os trabalhos de exploração florestal.

MITISHITA (1994) afirmou que o contínuo desenvolvimento dos computadores vem permitindo uma maior aplicação de Sistemas Automatizados de Gerenciamento de Informações Espacialmente Organizados (SIGs) em diversas áreas da Engenharia Florestal. Nestes sistemas, a utilização de modelos matemáticos que reproduzam o comportamento da superfície terrestre (*D.T.M. – Digital Terrain Modeling*) é um pré-requisito às soluções dos problemas que necessitam de informações sobre o relevo. O autor ainda menciona a área de exploração florestal como sendo uma das maiores beneficiadas pelo uso destes sistemas citando algumas das utilizações específicas:

- a) Planejamento eficiente das áreas, talhões, enfim, parcelas a serem exploradas;
- b) Dimensionamento das equipes de cortes e transportes;
- c) Gerenciamento das estradas, pontes e definição de trajetos ótimos de transportes;
- d) Obtenção automática de diferentes dados espaciais para orientação das equipes;
- e) Gerenciamento eficiente de todas as operações no conjunto.

LECKIE e GILLIS (1995) afirmaram que novos fatores e tendências estão afetando o manejo e inventário florestal, principalmente a produção de mapas. O aumento do uso múltiplo da floresta e a avaliação de impactos ambientais estão resultando em novas demandas sobre o uso e agrupamento de informações florestais. Estes autores comentam que em 1980, o Canadá iniciou a implementação de inventários florestais em grandes áreas com uso de sistemas de informação

geográfica. Isto foi feito para facilitar as análises e o suporte de decisão no manejo florestal.

O benefício tem sido o acesso à informação, manipulação e uso para a tomada de decisão no manejo florestal. Com estas novas ferramentas, aumenta a tendência em se utilizar dados de inventário florestal no planejamento operacional.

McLEAN (1995) menciona que os SIGs são a tecnologia potencialmente mais promissora de impacto ao desenvolvimento das florestas desde a invenção do computador. O autor menciona que o SIG possui potencialidades para a obtenção de formas de produção lucrativas de manejo de uma floresta ou de um ecossistema florestal, fazendo comparações com jogos do tipo *videogame*, onde através de simulações, se constrói alternativas e conseqüências. Mapas produzidos em um SIG literalmente materializam simulações florestais. Além disso, adicionando dados históricos ou dados projetados, florestas de produção ou taxas de crescimento/incremento para diferentes espécies, pode-se visualizar o passado ou o futuro em mapas produzidos em determinados intervalos de tempo. Pode-se também planejar taxas alternativas de corte, programas de plantio, opções de desenvolvimento de estradas, e mostrar resultados virtuais a longo prazo do que for elaborado.

Estudos desenvolvidos por KUSHWAHA et al. (1996), demonstraram que técnicas de sensoriamento remoto integradas aos sistemas de informação geográfica são ferramentas importantes para o planejamento do desenvolvimento rural sustentável. Uma maneira holística foi adotada considerando as funções de produção e conservação do ecossistema. Dados de sensoriamento remoto foram utilizados para avaliar os recursos naturais de uma área pré-determinada. Uma análise minuciosa foi feita das condições climáticas, sócio-econômicas e dos recursos naturais. Um conjunto de normas foi formulado e todas as informações foram integradas para preparar planos de ação realistas, os quais foram bem aceitos devido a sua praticabilidade e firmeza.

No Brasil, o geoprocessamento teve um impulso bastante grande a partir da década de noventa. Um dos motivos é a dimensão global dos problemas ambientais, o que acelerou o uso de técnicas sofisticadas de análise em favor do meio ambiente. Aspectos econômicos e operacionais também levaram grandes empresas do setor

florestal a investirem nesta tecnologia, mesmo sem o conhecimento mais sólido de seus benefícios e pré-requisitos.

COUTO e VETORAZZI (1990) citaram dois grandes ramos de aplicação de SIG, na área florestal, no Brasil: O monitoramento da cobertura florestal e o manejo das florestas implantadas com fins industriais. A tecnologia SIG inicia-se nas empresas florestais por uma substituição do desenho manual de mapas e uso de planímetros, pela determinação automática de áreas e desenhos de mapas CAD.

Esta afirmação dos autores vem de encontro ao pensamento de que, na verdade, os sistemas de informação geográfica não fazem parte de uma tecnologia assim tão diferente e recente como é tratada e comercializada, talvez como parte de uma estratégia de *marketing*, mas é simples resultado de uma evolução tecnológica, onde o avanço da cartografia digital e da informática com o uso simultâneo de banco de dados, permitiram novas possibilidades em muitos campos de aplicação, inclusive no setor florestal.

ALMEIDA, FELGUEIRAS e SHIMABUKURO (1990), em trabalho aplicado ao manejo de florestas implantadas, selecionaram as seguintes aplicações práticas de acordo com necessidades de manejo da área em questão: geração de mapas de declividade, confronto entre o mapa de solos semi-detalhado e o mapa de declividade, reclassificação do mapa de solos quanto à profundidade e planejamento do controle de ervas daninhas. Neste trabalho, foram gerados dois mapas de declividade, de acordo com critérios de classificação de solos e mecanização. Foi feito o confronto através de sobreposição entre o plano de informação (PI) de solos, o PI de declividade e a análise de contorno do mapa de solos com a sobreposição do PI de solos com o PI de levantamento altimétrico, visando avaliar o levantamento semi-detalhado de solos. A partir da reclassificação do mapa de solos, foi criado o PI profundidade de solo. As operações de controle de ervas daninhas, fundamentais para o estabelecimento e produtividade do povoamento são realizadas até que as espécies plantadas dominem a competição. O tipo de controle seja manual, químico ou mecânico e sua intensidade dependem das características da implantação, declividade, solos e espécies de ervas daninhas predominantes. O planejamento de controle é feito com base na integração dos planos de informação de declividade, de solos, de ervas daninhas e cadastro, onde é identificado o espaçamento de plantio.

CAIXETA FILHO et al. (1991) desenvolveram um protótipo computacional utilizando a tecnologia de SIG aplicado ao planejamento de transporte em empresas florestais para a minimização dos custos envolvidos no transporte de pessoal e alimentação. Neste trabalho, dados de custo de veículo, depreciação, salários dos motoristas, condições das estradas, tempo de percurso, distâncias entre outros, proporcionaram outros tipos de informações relevantes, tais como período total de atividade e quilometragem total, possibilitando a geração de informações de custo por trecho específico. Assim sendo, o benefício maior do uso deste sistema é que a malha viária pode ser segmentada de acordo com a necessidade do usuário.

Conforme BÁRBARA (1993), projetos de reflorestamento constituem-se, em geral, por grandes fazendas subdivididas em vários talhões, com plantios de espécies, idades e tecnologia de manejo distinta, além de áreas de preservação permanente e infra-estrutura. A autora comenta ainda que os técnicos responsáveis têm de garantir suprimento de madeira, o que pode ser facilitado com a consulta de cadastro, no qual estejam listados, porém, o grande número de talhões e respectivos dados a serem consultados podem inviabilizar a seleção adequada. O SIG integra também, cadastro e inventário a informações cartográficas, permitindo a visualização global do projeto. A autora cita algumas das finalidades de um SIG em uma empresa florestal, como, por exemplo, responder rapidamente a perguntas como, quais são e onde se encontram os talhões com determinada idade ou ainda a localização dos mais produtivos. Além disso, o meio ambiente é o responsável direto pelo potencial produtivo de cada talhão. Talhões plantados na mesma época, da mesma espécie, com preparo de solo e adubação semelhantes podem ter desenvolvimento diferenciado, devido a condições locais de drenagem, tipo de solo, disponibilidade de nutrientes, face de insolação e outros fatores que compõem o ambiente. Todas estas variáveis podem ser interrelacionadas em um SIG. O SIG também demonstra eficácia no planejamento e otimização do corte e transporte da madeira. No caso do transporte, a partir de cartas digitais de declividade e informações sobre os acessos em diferentes épocas do ano, ele também pode definir o planejamento de corte, o transporte, enfim, quais as técnicas de retirada de madeira mais adequadas.

SILVA (1993) utilizou um sistema de análise georreferenciada compilando dados extraídos de fotografias aéreas, imagens TM/Landsat-5, mapas e levantamentos de solos, tornando real a visualização de variações espaciais e

temporais de uso da terra para a tomada de decisões que conduzam à conservação do solo e da água. Nesse estudo, o objetivo foi detectar áreas de risco à integridade do meio ambiente e dar suporte à preservação do uso da terra em áreas originalmente cobertas com florestas e situadas em solos com características desfavoráveis de erodibilidade e de produtividade.

WEBER et al (1993) utilizaram um SIG na determinação de áreas propícias para o florestamento e/ou reflorestamento combinando informações referentes a declividade, rede de drenagem e cobertura florestal.

De acordo com COUTO (1993), a floresta, tanto implantada quanto nativa, tornou-se ponto de controvérsia econômica, comercial, ambiental e política, o que faz com que pressões de ambos os lados (conservação e utilização) exijam do engenheiro florestal um grande esforço e conhecimento para responder às questões mais complexas, que envolvam inter-relações de muitas variáveis. O mesmo autor afirma que as empresas que utilizam os sistemas de informação geográfica reconhecem que a habilidade de entender e manejar os recursos florestais pode ser consideravelmente melhorada. O autor ainda cita o Canadá como um dos pioneiros a fazer uso dos sistemas de informação geográfica para o manejo de recursos florestais; estes sistemas são utilizados para análise de informações com o objetivo de seleção de áreas de corte, simulações de cenários de manejo, mapeamento de áreas de grande risco de incêndio e explosão de população de insetos, definição de áreas para plantio de determinados materiais genéticos, entre outros.

De acordo com ANDRADE (1994), através da utilização de imagens orbitais, torna-se possível um planejamento completo para a indústria florestal. A metodologia é baseada na utilização de técnicas de processamento digital de imagens e de interpretação embutidas dentro de um SIG. A manipulação desses dados possibilita a obtenção de um mapeamento preliminar, que possibilitará a geração de um planejamento do gerenciamento completo. O autor afirma que o planejamento do gerenciamento florestal forma a base para todas as atividades da silvicultura. Todas as operações desde implantação até a colheita final são planejadas através da utilização de mapas florestais e registros dos compartimentos (talhões).

O resultado do planejamento do gerenciamento compreende a apresentação de um mapa florestal com registros compartimentais correspondentes na forma tabular, juntamente com outras informações dos planos de operação. A utilização

dos dados e a precisão na correção geométrica das imagens de satélite, principalmente no canal infravermelho, oferecem novas possibilidades no planejamento do gerenciamento florestal. A produção dos mapas florestais combinados com inventários, sumários e prescrições de tratamentos de classe é muito interessante para a indústria florestal. Em complemento ao plano de gerenciamento básico, poderá também ser oferecido um serviço de atualização regular, no qual a imagem de satélite é substituída de acordo com uma programação especificada.

É conveniente acrescentar que a disponibilidade de altas resoluções espacial orbital proporcionará em breve, uma perspectiva ainda melhor de monitoramento destes compartimentos ou talhões, e áreas florestais ou ambientais em geral, pois um aspecto bastante preocupante para a execução de um trabalho envolvendo GIS, está na credibilidade da base de dados.

MEDEIROS (1994) obteve bons resultados integrando um sistema de informações geográficas - SIG com um sistema de processamento de imagens digitais - SPID e um sistema gerenciador de banco de dados SGBD, relacionando atributos espaciais e não espaciais. O autor afirma que o potencial de análise, manipulação dos dados e de geração de informações é dependente do conjunto de ferramentas disponíveis nos três sistemas e da experiência da equipe técnica em utilizá-las. Entre as aplicações e produtos obtidos, o mesmo autor cita a distribuição de espécies nas fazendas, mapas de rotação, planejamento de reformas, programa de corte à curto, médio e longo prazo, mapas de áreas de preservação permanente, reservas legais e ambientais, mapas de controle de operações, mapas de declividade, estradas, hidrografia, solos, áreas de fomento e arrendo, mapas de controle de pragas entre outros.

BARDDAL (1995) apresentou algumas das aplicações práticas de um SIG no dia a dia de uma grande empresa do setor de papel e celulose, tais como:

- Mapeamento da disponibilidade de áreas de reposição;
- Mapeamento das áreas de ampliação;
- Obtenção de mapas topoclimáticos;
- Obtenção de mapas de preservação conforme prescrito na legislação;
- Determinação de áreas com aptidão para plantio de eucalipto;
- Anteprojeto de implantação;

- Planejamento de operações de implantação;
- Acompanhamento do planejado x executado;
- Mapeamento por atributo;
- Programação por tratos culturais;
- Auxílio na definição das unidades de mapeamento de solos;
- Mapeamento das zonas de transição tropical/temperada;
- Análise visual do potencial produtivo da floresta x tipo de solo;
- Mapeamento por atributo;
- Mapeamento de riscos;
- Realocação de torres de vigilância;
- Mapa de controle;
- Definição de rotas ótimas para combate a incêndios florestais;
- Posicionamento de recursos;
- Histórico de incêndios;
- Planejamento de trabalhos de prevenção;
- Disponibilidade de áreas de corte;
- Programa mensal de colheita;
- Mapeamento para transporte de madeira;
- Disponibilidade de áreas para desbrota;
- Determinação de índices para transporte;
- Redefinição de zonas de frete;
- Rotas ótimas;
- Pré-planificação de talhão;
- Definição dos pátios de estocagem;
- Planificação de unidades de transporte;
- Criação de unidades de manejo.

BARDDAL (1995) ainda acrescentou que com a tendência crescente do mercado madeireiro, faz-se necessário conhecer bem o mercado regional e as possibilidades de exportação. Desta forma, o SIG pode atuar com o objetivo de gerar, atualizar e manter informações em raios de influência de quilômetros da unidade produtiva.

NADOLNY (1996), em pesquisa realizada em empresas do setor florestal, chegou à conclusão de que o SIG é ou seria utilizado nas seguintes atividades, e com o seguinte porcentual de indicação de uso nas empresas:

- Planejamento de plantio – 85,7%
- Construção de malha viária – 85,7%
- Sistemas de manejo – 57,1%
- Planejamento de corte – 92,9%
- Planejamento de desbaste – 50,0%
- Inventário florestal – 78,6%
- Otimização de rotas – 64,3%
- Proteção florestal – 64,3%
- Auxílio na tomada de decisões – 100%

CHUVIECO e SALAS (1996) acreditam que o SIG é uma ferramenta adequada para o mapeamento da distribuição espacial do risco de incêndios florestais, propiciando o inter-relacionamento de informações como declividade, dados meteorológicos, modelos de combustão e risco de causa humana de incêndios. Os autores ainda afirmam que estes sistemas tornam possível o aperfeiçoamento do conhecimento da distribuição geográfica das áreas de risco de incêndio, que é fundamental para o planejamento e elaboração de planos de defensiva regionais contra o fogo.

MOTTA et al. (1996) demonstraram a viabilidade do uso de sistemas de informações geográficas e da distância virtual na seleção da rota ideal para o transporte florestal rodoviário. Na determinação da rota ótima, utilizaram operadores de distância existentes em um SIG, gerando diferentes cenários para a malha rodoviária constatando-se diferenças entre rotas e veículos distintos no que concerne à otimização do transporte florestal.

Outra aplicação bastante explorada de técnicas de geoprocessamento foi abordada por HARDT (1997), em palestra proferida na XXVIII Semana de Estudos Florestais como parte do XXIII Ciclo de Atualização em Ciências Agrárias. A palestrante comentou sobre as facilidades obtidas em estudos da paisagem, onde sistemas de informação geográfica têm sido utilizados para simular muito rapidamente modificações na paisagem rural e urbana em função de mudanças florísticas, faunísticas, interferências antrópicas, mudanças topográficas, de uso do

solo, entre outras; atividades que, anterior a esta tecnologia, segundo HARDT, eram consideravelmente lentas e trabalhosas, o que limitava bastante a quantidade de simulações realizadas.

FREITAS e BRANDALIZE (1997) obtiveram alguns resultados que demonstraram ser possível e completamente viável o uso da ferramenta de SIG para diagnóstico e monitoramento em trabalhos de recuperação ambiental em áreas degradadas pela mineração.

MIRANDA et al. (1997) elaboraram um sistema de prevenção e combate a incêndios através de uma dimensão de manejo dos recursos naturais em escala municipal buscando reunir os meios necessários para a proteção dos remanescentes florestais. Este trabalho foi realizado com uso simultâneo de técnicas de processamento de imagens orbitais, fotografias aéreas e geoprocessamento, sendo os objetivos maiores:

- Mapear e cadastrar todas as florestas do município em questão;
- Implementar um sistema de monitoramento orbital aéreo e terrestre;
- Identificar parâmetros e critérios de risco de incêndio;
- Mapear, avaliar e implantar vias de acesso para combate a focos de incêndio;
- Organizar e orientar um sistema de alerta com a população local e proprietários;
- Cadastrar proprietários e responsáveis pelos remanescentes;
- Realizar vistorias técnicas nas matas;
- Monitorar anualmente as mudanças no entorno das matas;
- Distribuir mapas, croquis e fichas de reconhecimento dos remanescentes para todos os órgãos responsáveis;
- Entregar abafadores em todas as propriedades envolvidas, para combate ao fogo.

SILVA e SILVA FILHO (1997) utilizaram técnicas de geoprocessamento para avaliar as diferentes condicionantes erosivas dos solos, correlacionando dados de solos, declividade, uso do solo e outros temas, buscando como resultado o mapa de suscetibilidade a erosão como suporte para estudos futuros de planejamento do solo, indicando práticas conservacionistas mais recomendáveis para a região em questão.

Em um plano mais abrangente, pode-se utilizar a tecnologia do geoprocessamento a nível regional, tanto para a caracterização sócio-econômica como ferramenta de controle ou avaliação do desenvolvimento de uma determinada política como mecanismo propulsor para o desenvolvimento sustentado.

De acordo com SIMÕES (1997), a tônica da investigação de procedimentos metodológicos para a realização de projetos de gerenciamento de recursos naturais e de projetos de planejamento a nível regional recai sobre avaliação e validade de realização de análises geobiofísicas e de comportamento sócio-econômico de forma integrada e conseqüentemente criação de uma base de dados georreferenciados. Desta forma, dentro de um ambiente de sistema de informação geográfica, diversas análises podem ser realizadas, e que podem ser utilizadas na geração de diagnósticos ambientais contribuindo na elaboração do zoneamento ecológico-econômico de uma região.

KRONKA et al. (2000) obtiveram bons resultados utilizando um ambiente de SIG para fins de auxílio ao monitoramento da vegetação das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo, utilizando técnicas de análise espacial.

Uma das mais importantes utilizações de SIG está no INPE, através do sistema SPRING em um dos maiores programas de monitoramento ambiental realizados atualmente no mundo, o PRODIS Digital (Programa de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Legal) que inclui o processamento anual de 229 imagens do satélite Landsat 7-TM com uso de técnicas de análise espacial e edição matricial no ambiente de SIG.

BIERWAGEN et al. (2000) obtiveram bons resultados integrando o sistema TNT Mips ao cadastro florestal e ao sistema de inventário florestal com base no sistema SAS (*Statistical Analysis System*).

VENTURI (2000) descreveu aplicações variadas de geotecnologias com análises espaciais envolvendo classes de produtividade florestal incluindo dados como o tipo de solo, índice de sítio, incremento médio anual, fertilidade, grau de declividade e suscetibilidade a erosão. O mesmo autor ainda mencionou outras aplicações como manejo de paisagem, suporte ao gerenciamento da produção, silvicultura e detecção de incêndios florestais.

2.3 OS SISTEMAS SPRING, SISPINUS e PLANIN

Conforme CÂMARA (1996), em 1984, o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) estabeleceu um grupo específico para o desenvolvimento de tecnologia de geoprocessamento e sensoriamento remoto (a Divisão de Processamento de Imagens – DPI). De 1984 a 1990 a DPI desenvolveu o SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) e o SGI (Sistema Geográfico de Informações), para ambiente PC/DOS, e, a partir de 1991, o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), para ambientes UNIX e MS/Windows. O SPRING unifica o tratamento de imagens de Sensoriamento Remoto (ópticas e microondas), mapas temáticos, mapas cadastrais, redes e modelos numéricos de terreno. A partir de 1997, o SPRING passou a ser distribuído via Internet e pode ser obtido através do website <http://www.dpi.inpe.br/spring>.

De acordo com MEDEIROS (1999), o sistema SPRING foi concebido para ser um SIG de 2° geração, trabalhando em ambiente cliente-servidor que pode ser acoplado a diversos sistemas gerenciadores de bancos de dados e projetado para atender os seguintes objetivos: dar suporte a um banco de dados geográficos de grande porte, sem estar limitado pelos recortes das projeções cartográficas; aprimorar a integração de dados geográficos, com a introdução do conceito de modelagem de geo-campos e geo-objetos; obter escalabilidade, isto é, ser capaz de operar com funcionalidade plena tanto em microcomputadores pessoais, quanto em estações de trabalho dedicadas; e dispor de uma interface que combine aplicações comandadas por menus e uma linguagem de manipulação e consulta espacial, denominada LEGAL – Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico. O mesmo autor ainda menciona que o SPRING é utilizado em conjunto com os módulos IMPIMA – Importação de Imagens, para importação e conversão de imagens de sensores remotos, e o SCARTA – Spring Carta, para a edição de documentos cartográficos.

De acordo com OLIVEIRA (1995), o software SISPINUS é um simulador de crescimento e produção, e foi desenvolvido com base no sistema NCSU – Managed Pine Plantation Growth & Yield Simulator, desenvolvido por William L. Hafley, Professor de Ciências Florestais e Estatística da School of Forest Resources da North Carolina State University, USA. Segundo esse mesmo autor, o sistema

SISPINUS propicia uma adequada prognose do crescimento e da produção de florestas de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. A eficácia do simulador foi comprovada por comparação com dados de campo e através de contatos mantidos com usuários do software. O autor acrescenta que a partir de informações e mensurações de um povoamento de *Pinus taeda* ou *Pinus elliottii* em idade jovem, o SISPINUS gera tabelas de prognose da produção por classes de diâmetro, para as árvores provenientes de desbastes e do corte final.

O SISPINUS é bastante utilizado pelas empresas florestais principalmente da região sul do Brasil, que utilizam as espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. É portanto bastante importante uma integração deste programa com técnicas de visualização espacial de resultados obtidos nas simulações feitas com este programa.

De acordo com OLIVEIRA et al. (1995), o sistema PLANIN foi desenvolvido para dar suporte às análises econômico-financeiras de regimes de manejo de povoamentos de *Pinus* e estruturação e exploração da floresta. O mesmo autor ainda acrescenta que o sistema proporciona recursos operacionais modulares para entrada de dados e gerenciamento de arquivos, tais como idade do corte final, custos e preços, tabela de produção e custos por idade e apresenta parâmetros econômicos, dos povoamentos florestais, de saída.

3 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS SOBRE O USO DE GEOTECNOLOGIAS E IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA O GERENCIAMENTO DA EMPRESA FLORESTAL

Neste capítulo, procurou-se descrever a importância da utilização e compreensão de geotecnologias, em função da experiência adquirida e das dificuldades encontradas na sua implementação como fase inicial e pré-requisito para a formação do banco geográfico ou sistema de informação geográfica.

3.1 Topografia na Empresa Florestal

É fundamental que haja em uma empresa florestal, um controle, um monitoramento de seu patrimônio maior, que são os seus imóveis, suas fazendas. O mapa portanto, dispensa justificativas, e é instrumento de trabalho para a fiscalização, para o planejamento de atividades e gerenciamento da empresa.

Contudo, para se obter um mapa, é essencial que se tenha a definição dos limites de fazendas, projetos, enfim, das áreas de interesse. Isto pode ser feito através de aerolevantamentos seguidos de restituição, ou por topografia. A alternativa mais viável e mais utilizada tem sido a topografia, especialmente sob coberturas florestais. Além disso, a topografia permite grande precisão na determinação de áreas, o que normalmente não ocorre com as fotografias devido ao efeito de bordas ocasionado pela sombra das árvores no momento da tomada das fotos. A precisão na determinação de áreas é relevante para empresas florestais que têm necessidade de inferir dados estatísticos de inventário florestal com níveis de confiabilidade cada vez maior, uma vez que o sucesso do planejamento exige o conhecimento preciso do estoque atual e futuro. Além disso, áreas com outras aptidões que não o reflorestamento, também necessitam informações que traduzam segurança ao gerenciamento.

Em algumas empresas, o serviço topográfico é realizado por terceiros. Outras possuem estrutura própria para atender a essas necessidades. Dependendo da quantidade e frequência dos trabalhos, pode-se justificar a organização de uma topografia própria. A questão custo não pode ser desprezada, porém, qualidade e confiabilidade também devem ser consideradas.

Outra questão que deve ser analisada é a acuracidade dos trabalhos, que são obviamente dependentes do custo e da necessidade. Equipamentos mais modernos produzem trabalhos mais precisos, porém quando o produto for elaborado em escalas não tão grandes, como as comumente utilizadas em áreas rurais, (até no máximo 1 : 10.000) esta precisão pode não resultar significativamente ao se utilizar equipamentos de última geração. Isto porque estas diferenças normalmente não aparecem nas escalas utilizadas para a administração rural.

Serviços topográficos têm uma grande abrangência quanto às suas finalidades. Em geral, levantamentos topográficos planimétricos em áreas rurais são executados com a finalidade de:

- Verificação de área para compra e venda;
- Abertura de matrícula para inventário de imóvel, onde não existe matrícula e sim transcrição antiga;
- Medição e divisão amigável para escritura pública de doação ou partilha de bens;
- Reabertura de linhas divisórias;
- Levantamento de áreas agrícolas para arrendamento rural;
- Levantamento de áreas rurais para fins de reflorestamento;
- Levantamento do uso circunstanciado de propriedades rurais como: lavouras, pastagens, reflorestamento, matas ciliares, áreas de preservação permanente, áreas inaproveitáveis (banhados, afloramento rochoso) e outras.

A primeira condição para iniciar o trabalho de levantamento topográfico no terreno, é possuir em mãos a documentação do imóvel a ser levantado, onde se constata a veracidade das informações obtidas, como domínio atual do proprietário, área do imóvel, seus limites e confrontações. Quando possível, é necessário a presença e o acompanhamento, no terreno, do proprietário ou preposto deste, que conheça um marco antigo na divisa do imóvel, ou algum ponto notável de fácil acesso e conhecido pelos vizinhos ou confrontantes, para o início dos trabalhos, ou seja, para o ponto de partida.

No caso de levantamentos para conferência de área com os limites já previamente estabelecidos, é indispensável o acompanhamento dos trabalhos por um preposto do proprietário que conheça todas as divisas do imóvel. Quando

existem dúvidas em relação à localização de determinada linha divisória do imóvel e para evitar futuros aborrecimentos e demandas judiciais, é conveniente a presença do confrontante ou prepostos deste, para acompanhar os trabalhos de reabertura e verificação das divisas, analisando previamente os pontos limítrofes através de mapas e vestígios antigos das divisas outrora existentes.

A tecnologia dos receptores de GPS pode facilitar bastante os trabalhos de orientação, porém apenas complementando os trabalhos topográficos onde o mapa final é feito num sistema de referência local. Isto se explica, porque em áreas de intensa cobertura florestal, os sinais de frequência bastante baixos emitidos pelos satélites que fazem parte da constelação de GPS, apresentam dificuldade para transpor os dosséis das florestas, o que dificulta bastante o uso contínuo destes receptores e a substituição definitiva de teodolitos e estações totais por modelos de receptores de GPS de boa precisão após correção diferencial.

Por outro lado, caso a situação da empresa não necessite rever limites confrontantes, ou resolver questões onde é importante a participação de um profissional experiente e imparcial perante os envolvidos, mais interessante talvez seja organizar uma estrutura de topografia em seu próprio departamento florestal, cadastral ou de geotecnologias.

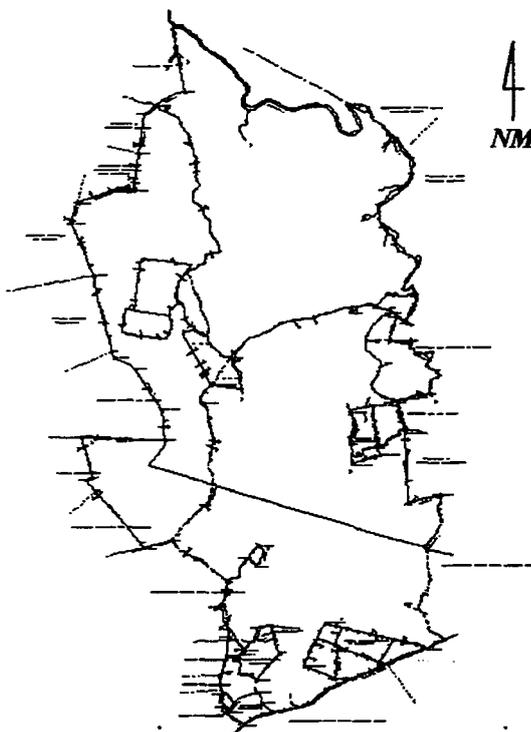
A figura 01 mostra o exemplo de um mapa topográfico de uma fazenda orientado pelo norte magnético e sem qualquer sistema de referência geodésico.

Uma equipe de topografia, em geral, poderia ser constituída por um profissional de topografia e dois ajudantes bem treinados. Pode ser importante, manter uma equipe na própria empresa, para trabalhos de reambulação de áreas bastante dinâmicas em relação ao uso e ocupação do solo, como estrutura de talhões e quadras agrícolas, que necessitam atualização constante para inventários quantitativos.

Além disso, é importante que as empresas florestais não somente contratem serviços de terceiros, mas tenham capacidade para interpretar esses trabalhos, de forma a resolver seus problemas, desenvolver e assimilar tecnologias para isto.

Normalmente, a relação benefício/custo ao se implantar e utilizar geotecnologias no dia a dia de uma empresa, nem sempre é favorável. Isto se deve ao fato de que é bastante difícil dimensionar seus resultados já que estes estão vin-

FIGURA 01. MAPA TOPOGRÁFICO SIMPLES, ORIENTADO PELO NORTE MAGNÉTICO E SEM QUALQUER SISTEMA DE REFERÊNCIA GEODÉSICO



culados à logística em várias atividades desde o planejamento até às atividades operacionais. Outro fator que desequilibra esta relação, é o alto custo de implantação da estrutura, que envolve a massa crítica, equipamentos e *softwares* específicos. Dentro destes itens há uma variação substancial tanto no aspecto custo, quanto de resultados.

Esta situação mostra que normalmente não há um padrão a ser seguido, pois dificilmente haverá ocasiões ou empresas tão semelhantes. O que ocorre é que bons exemplos devem ser observados e adaptados a determinadas situações. O que deve ser levado em conta é o fundamento teórico e a adequação da questão operacional em cada atividade.

É muito importante também percorrer aleatoriamente linhas demarcatórias de divisas, observar piquetes e marcos, após a execução dos trabalhos, observando sempre a numeração e localização destes em campo e nos mapas.

Deve haver bom fluxo de comunicação dentro da empresa, para que se evite a colocação de cercas em linhas erradas, e outros erros de interpretação. A realidade do campo e a experiência deste trabalho tem mostrado que funcionários

da região, normalmente trabalhadores rurais da empresa, devem acompanhar os serviços topográficos, na intenção de que possam percorrer estes caminhos também em etapas futuras, como colocação de cercas novas, placas, levantamentos de GPS, entre outros.

3.2 Importância da Base Cartográfica em Meio Digital

Em uma empresa florestal, é indiscutível a necessidade de se produzir e manter mapas atualizados. O planejamento e gerenciamento de propriedades rurais, exige o conhecimento da quantificação das áreas, bem como o posicionamento correto de seus limites. Foram citadas anteriormente as atividades e a importância dos trabalhos topográficos normalmente realizados por uma empresa do ramo. Através da topografia, no caso mencionado, são resolvidos problemas de discordância entre proprietários, ocorridos muitas vezes devido a trabalhos mal elaborados no passado.

Aspectos técnicos, somados a questões financeiras, fazem da topografia uma rotina indispensável no processo de produção de mapas. Estes levantamentos topográficos tomam possível o conhecimento dos verdadeiros limites de cada propriedade, gerando cartas no sistema de referência local. Para questões de planejamento estratégico, tais como transporte, acesso, e outros, é essencial deter a informação sobre a rede viária e condições de tráfego tanto em dias secos como em dias chuvosos. As distâncias, bem como o melhor caminho entre as fazendas, entre a partida e o destino dos funcionários/empreiteiros em seus deslocamentos para quaisquer atividades, tais como transporte de madeira, onde o deslocamento de veículos pesados depende das condições das estradas, pode ser facilmente obtido com uso do sistema.

Muitas vezes, por desconhecimento, algumas empresas requisitam levantamentos onerosos via topografia, para a obtenção de informações que já existem em bases cartográficas analógicas. Em determinadas escalas bem menores, como 1 : 50.000 ou 1 : 100.000, pode não haver necessidade da elaboração de mapas topográficos para obter-se uma informação que pode estar nas folhas de cartas do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ou da DSG – Divisão de Serviço Geográfico do Exército.

Tanto o IBGE quanto a DSG, mantêm bases cartográficas em escalas que variam entre 1 : 100.000 e 1 : 50.000, contendo informações valiosas no contexto estratégico de uma empresa que possui propriedades distribuídas em uma área razoavelmente extensa. Este trabalho executado ou solicitado pelo IBGE/DSG é um serviço público que permite a aquisição de bases cartográficas em formato analógico nas escalas mencionadas, e ainda algumas bases em formato digital (processo ainda recente para comercialização). Estas bases são elaboradas por equipes de técnicos especialistas e engenheiros cartógrafos e/ou empresas de aerolevanteamento, e são razoavelmente atualizadas. Algumas das informações contidas na base cartográfica, tais como vias de circulação e elementos de hidrografia orientados em um sistema de projeção cartográfico, proporcionam uma série de informações muito úteis à empresa florestal.

Quando a empresa possui a distribuição de suas fazendas de modo bastante disperso, é frequente a necessidade de uma visualização geral de suas áreas. Mapas de locação de fazendas em escalas pequenas como 1 : 50.000 com informações como limites de propriedades, rede viária com diferentes graus de qualidade de acesso interligando as regiões de interesse, vilas e localidades, acampamentos, projetos de reflorestamento, projetos de fomentos e arrendos, frentes de trabalho como estaleiros florestais, viveiros e outros, podem portanto ter caráter multifinalitário dentro de uma empresa.

Para a conversão tanto das plantas topográficas, quanto das bases cartográficas existentes da DSG para o formato digital, um dos processos mais comuns e mais utilizados até o momento é a digitalização com uso de mesas digitalizadoras.

A mesa é formada por uma malha de fios, com condutores ortogonalmente colocados na vertical e na horizontal. Um cursor, com uma bobina na ponta produz corrente nos fios da malha, por indução eletromagnética. A mesa possui componentes capazes de identificar qual é o par de condutores (um vertical e outro horizontal) para o qual a intensidade de corrente é mais alta. Pela identificação deste par identifica-se as coordenadas do cursor sobre a mesa. Para obter maiores informações a respeito do modelo matemático utilizado no processo da digitalização vetorial, recomenda-se a leitura de MITISHITA (1997).

As mesas digitalizadoras são equipamentos periféricos, assim como as impressoras ou monitores de vídeo. São conectadas em uma porta serial, e podem ser adquiridas em lojas de produtos cartográficos ou implementos específicos. Estas mesas são normalmente vendidas nos tamanhos A0, A1, A2 e A3. Há no mercado, uma série de modelos de diferentes marcas e precisões, mas antes de se decidir por esta ou aquela marca, é importante estabelecer uma relação custo/benefício sem esquecer do aspecto ergonômico para com o operador que utilizará a mesa. Uma mesa tamanho A3, é mais econômica, e pode resolver os problemas de um departamento ou empresa. Por outro lado, uma mesa A1 possui dimensões adequadas para a maioria das documentações cartográficas a serem digitalizadas. Já a mesa A0 é muito grande, ocupa muito espaço, além de ser bem mais cara. É mais comum encontrarmos mesas maiores e mais sofisticadas em empresas prestadoras de serviços de cartografia e/ou aerolevanteamento, onde este trabalho é realizado em tempo integral e o fator produção é o mais importante.

Qualquer trabalho desta envergadura, merece um planejamento em detalhes, desde o processo a ser utilizado, equipamentos e *softwares*, até aspectos mais técnicos de edição e precisão. Esta fase é muito importante na implementação de bases cartográficas, e exige um projeto bem elaborado antes de iniciar sua execução.

Outro processo de conversão de mapas analógicos em digitais que vem sendo cada vez mais utilizado é a digitalização via rasterização seguida de vetorização. Neste processo, o mapa analógico é transformado em arquivo matricial (do tipo raster) e vetorizado a seguir de forma manual, semi-automática ou automática. Neste processo, há necessidade de se retificar a imagem rasterizada de acordo com a carta original para corrigir as distorções ocorridas na digitalização. As diferentes opções, neste processo ocorrem no momento de se proceder a vetorização. Se de forma manual, a imagem corrigida é utilizada como fundo num CAD/SIG e é totalmente digitalizada manualmente sobre a imagem. Há no mercado softwares que executam a vetorização de linhas de forma semi-automática, supervisionada pelo usuário ou totalmente automática.

No *software* CAD (*Computer Aided Design*), utilizado para fazer a digitalização dos mapas, as informações são todas divididas em níveis ou camadas, de forma que possam ser manuseadas e impressas ou plotadas de modo

independente. Desta forma, mapas de usos específicos poderão omitir determinados níveis, de acordo com os objetivos finais, sem carregar muito o mapa. Por exemplo, um mapa que tenha objetivos mais técnicos, terá muito mais informações do que outro com objetivos apenas de localização ou acesso. Em função também do nível cultural do usuário do mapa é que são estabelecidos os graus de informação que irão compor cada desenho final. Na tabela 01 estão descritos alguns níveis de informação estabelecidos em planejamento de digitalização de bases cartográficas DSG/IBGE em escala de 1 : 50.000 além de outras informações de interesse específico. O exemplo da tabela 01 parte de um planejamento das bases cartográficas estabelecidas diante das necessidades específicas de uma empresa. A estrutura da base apresenta um número de sequência dos níveis ou *layers* na medida em que forem sendo criados. A seguir, a descrição da representação do nível numerado, e por último a cor com que o mesmo está representado na tela do monitor. Qualquer destes itens podem ser modificados, ampliados, enfim, editados a qualquer momento, dentro das necessidades. O nível 0, no CAD representado (Maxicad), é sempre definido para enquadrar o desenho. Nesta estrutura, os níveis 1 e 2 dividem as informações de rede viária em qualidade ou importância. O nível 3, que diz respeito a linhas de transmissão, pode ser considerado menos importante, porém é uma informação que possibilita referência em trabalhos de campo. O nível 4 contém a hidrografia, informação imprescindível em questões de divisa, determinação de áreas de preservação permanente em mapas para fins de aprovação de projetos de manejo florestal, entre outros. Os níveis 5, 6, 7 e 8 correspondem àquelas informações de orientação tais como o grid de coordenadas e respectivo texto. Dependendo da escala usada na visualização dos mapas, pode-se utilizar mais de uma definição de densidade da malha, com o objetivo de facilitar a aproximação da referência aos alvos de interesse. O nível 9 corresponde aos lagos ou tanques que podem ser gerenciados em empresas rurais com atividades de lazer e educação ambiental ou mesmo produtivas como a piscicultura. O nível seguinte forma os limites dos municípios de interesse, ou seja onde a empresa mantém suas atividades. O salto projetos, ou mesmo criar outros níveis que sejam considerados importantes após a execução do projeto cartográfico, sem ter que modificar toda a estrutura.

TABELA 01. ESTRUTURA DE PLANOS DE INFORMAÇÃO UTILIZADA NA PRODUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DE UMA EMPRESA FLORESTAL

NÍVEL	DESCRIÇÃO	COR
0000	Enquadramento	01
0001	Estradas Principais	04
0002	Estradas Secundárias	03
0003	Linha de Transmissão	15
0004	Hidrografia	01
0005	Malha 1000 metros	15
0006	Texto da Malha 1000 metros	15
0007	Malha 2000 metros	15
0008	Texto Malha 2000 metros	15
0009	Tanques/Lagos/Lagoas	01
.	.	.
.	.	.
0100	Município 01	13
0101	Município 02	13
0102	Município 03	13
.	.	.
.	.	.
0200	Divisão Política Municipal – Imóvel 01	15
0201	Divisão Política Municipal – Imóvel 02	15
0202	Divisão Política Municipal – Imóvel 03	15
.	.	.
.	.	.
0300	Unidade Gerencial – Fazenda 01	12
0301	Unidade Gerencial – Fazenda 02	12
0302	Unidade Gerencial – Fazenda 03	12
.	.	.
.	.	.
0400	Unidade Jurídica – Quinhão 01	06
0401	Unidade Jurídica – Quinhão 02	06
0402	Unidade Jurídica – Quinhão 03	06
.	.	.
.	.	.
0500	Unidade Técnica de Manejo – Projeto 01	01
0501	Unidade Técnica de Manejo – Projeto 02	01
0502	Unidade Técnica de Manejo – Projeto 03	01
.	.	.
.	.	.
1023	Limite Geográfico	01

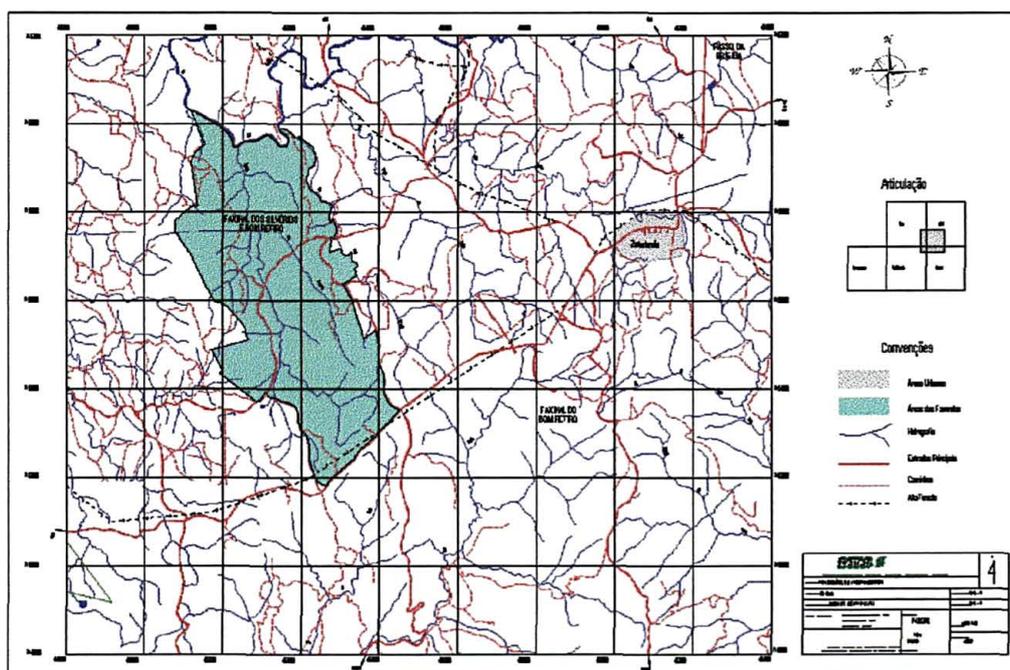
para o número 100 permite aumentar que possamos aumentar o número de níveis sem alterar uma ordem lógica das atualizações da base cartográfica. Do mesmo

modo, pode-se ampliar o número de municípios, de imóveis, de fazendas, de projetos, ou mesmo criar outros níveis que sejam considerados importantes após a execução do projeto cartográfico, sem ter que modificar toda a estrutura.

A base cartográfica da figura 02, é parte da base utilizada no estudo de caso 01 e foi digitalizada a partir das folhas da DSG, em escala de 1 : 50.000. Foram digitalizados da carta do DSG, apenas seis (6) níveis de informações:

- Estradas Principais, representadas por um traço contínuo em vermelho;
- Estradas Secundárias representadas por um traço descontínuo e mais fino também em vermelho;
- Hidrografia, representada por um traço azul;
- Linhas de Transmissão representadas por um traço preto descontínuo;
- Áreas Urbanas representadas pela cor cinza;
- Fazenda da Empresa, representada pela cor verde.

FIGURA 02. BASE CARTOGRÁFICA DA REGIÃO DE INFLUÊNCIA DE UMA FAZENDA DAS INDÚSTRIAS ZATTAR



As cartas originais apresentam muitos elementos mais e suas subdivisões, porém, entendendo que apenas as informações vetoriais de interesse devem ser digitalizadas, minimizando os custos e a lentidão do processo, a carta da figura 02, acrescentada de um ou outro nível de informação já é suficiente para o que se

propõem. Observando a figura 02, fica fácil admitir a importância destas informações para a empresa proprietária da fazenda em questão. A rede hidrográfica e suas reservas de floresta ciliar é um dos pontos decisivos nos processos de plano de manejo submetidos aos órgãos responsáveis para sua aprovação ou não. A malha viária que cobre a fazenda, bem como aquela que permite o fluxo às localidades mais próximas e inclusive outras fazendas da mesma empresa, dispensam justificativas de sua importância.

Na base cartográfica (figura 02), foi também digitalizada a área de uma fazenda da empresa, que aparece em verde com seus limites demarcados. Esta área é uma fazenda ou ainda um agrupamento de quinhões. O Quinhão é a unidade jurídica da empresa sob vários aspectos legais, inclusive em relação aos planos de corte e/ou manejo licenciados pelo IBAMA / IAP ou órgãos competentes. O conjunto de quinhões formando uma área contínua, constitui a unidade gerencial ou administrativa da empresa no espaço geográfico representado na carta. Trata-se da Fazenda. Esta fazenda digitalizada é a mesma que aparece na figura 01, agora georeferenciada na base cartográfica (figura 02). Outra subdivisão que pode ser notada, diz respeito à unidade técnica de manejo, também denominada de projeto.

A primeira intenção deste trabalho de implementação e atualização de base cartográfica é integrar os levantamentos topográficos e de georreferenciamento realizados em campo, ao gerenciamento de informações da empresa em questão, incluindo técnicas de gerenciamento e manejo florestal.

Esta integração, em uma visão mais ampla, procura atender aos seguintes objetivos:

- 1) O estabelecimento oficial dos limites das fazendas e unidades de gerenciamento, unidades jurídicas, unidades técnicas de manejo da empresa, áreas de interesse estratégico, entre outras, todas em formato digital;
- 2) O Aproveitamento dos trabalhos de base cartográfica regional tanto do DSG - Diretoria de Serviço Geográfico do Exército quanto do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, para locar áreas da empresa em relação às diversas informações existentes na base, tais como rede viária, hidrografia, rede de energia e outras, visando organizar todos os levantamentos topográficos, homogeneizando o sistema de referência;

- 3) O estabelecimento de uma cultura de geoinformação para em um próximo passo, criar um sistema de análise e informações georreferenciadas que atenda aos problemas ligados ao gerenciamento e manejo florestal; (Integração das informações de mapeamento com cadastro florestal).

3.3 Uso de GPS para o Georreferenciamento de Áreas de Interesse

De forma bastante objetiva, GPS é a sigla de *Global Positioning System*, ou Sistema de Posicionamento Global. Trata-se de uma constelação de 24 satélites operados pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. O Sistema fornece informações sobre a posição e horário de cada um destes satélites que orbitam em seis planos orbitais distintos a 20.200 km da terra. Através de sinais constantemente emitidos por estes satélites, pode-se calcular e obter coordenadas precisas para qualquer posição na superfície da Terra, medindo-se distâncias.

Supondo que a distância a partir de um satélite seja conhecida, sabe-se que a posição até este satélite se resume à superfície de uma esfera, cujo raio é a distância percorrida pelo sinal até o receptor. Portanto os sinais de frequência de um só satélite, restringem bastante o campo para determinação de posições.

Com sinal de um outro satélite também com distância conhecida até o receptor, a posição possível do ponto a ser determinado, onde está o receptor, se restringe mais ainda. Neste caso fica limitada à intersecção das duas esferas virtuais que definem o raio de ação do sinal em relação ao receptor. Este ponto cuja posição se quer determinar, pode estar em qualquer parte do círculo comum às duas esferas.

A partir do momento em que o sinal de mais um satélite passa a ser recebido, uma terceira esfera de ação do sinal, reduz as possibilidades a apenas dois pontos, obtidos pela intersecção das três esferas.

Da mesma forma, um quarto satélite permite a determinação correta do único ponto possível na superfície da Terra que recebe os sinais de frequência de pelo menos quatro satélites ao mesmo tempo.

Portanto, a determinação de qualquer posição na superfície da Terra é possível a partir das distâncias entre este ponto a ser determinado, e pelo menos quatro satélites.

Cada um dos 24 satélites da constelação transmite dois tipos de sinais de rádio, o L1 na frequência de 1575,42 MHz e o L2 na frequência de 1227,60 MHz. O sinal L1 possui dois códigos diferentes. São eles o código P, de uso militar (altamente preciso e disponível somente para usuários autorizados pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos), e o código C/A, utilizado pela maioria dos receptores civis. Estes códigos são pseudo-aleatórios. Possuem um padrão bastante complexo de repetição, parecendo serem totalmente aleatórios, porém, seguem um padrão de repetição.

As distâncias entre os satélites e os receptores de GPS são obtidas medindo-se o tempo de transmissão dos sinais de rádio dos satélites ao receptor. Da física sabe-se que a velocidade da luz multiplicada pelo tempo resulta na distância percorrida.

$$\text{Distância} = 300.000 \text{ km/seg} \times \text{tempo}$$

As ondas de rádio emitidas pelos satélites se propagam na velocidade da luz, portanto, conhecendo-se o momento exato em que o sinal deixou o satélite, pode-se conhecer também o tempo necessário para que o sinal chegue até o receptor. Este tempo é obtido com precisão de 10^{-9} segundo (nano-segundo), através de relógios altamente precisos (relógios atômicos) acoplados a estes satélites, e da sincronização dos códigos dos sinais, ou seja repetições frequentes e identificáveis pelo receptor. Apesar da alta precisão dos relógios atômicos, o código de acesso civil não permite a obtenção de pontos com altas precisões em tempo real, a menos que se trabalhe com transmissão de rádio para informação da base fixa e cálculo imediato das correções devidas. Pode-se apenas obter, em tempo real, um raio de confiabilidade que flutuava de 30 a 100 metros em torno do ponto, antes do desligamento da disponibilidade seletiva* (S/A), e em torno de 5 a 10 metros após o desligamento da S/A.

Entre as diferentes aplicações desta tecnologia, destaca-se a determinação de pontos com uma precisão mínima necessária aos objetivos propostos. Há ocasiões em que a precisão na obtenção de um ponto deve ser milimétrica ou

centimétrica (geodésica). Pode-se citar aplicações de localização precisa de feições urbanas, geológicas, geográficas, cartográficas, e outras. Do ponto de vista florestal, depende muito do que se quer realmente fazer, e é óbvio, do que se pode efetivamente fazer com GPS. Dependendo da qualidade do receptor e de correções diferenciais para aumento de precisão do ponto, (possíveis de serem feitas com uso de dados coletados por outro aparelho receptor com antena em uma estação de coordenadas conhecidas) pode-se obter melhores precisões GENERAL REFERENCE (1997).

A tecnologia de GPS tem na agricultura e em trabalhos urbanos, alguns de seus maiores mercados usuários, inclusive em substituição aos equipamentos normalmente utilizados em levantamentos topográficos. Aparelhos receptores de precisão submétrica, após correção diferencial, tem sido utilizados em diversos levantamentos, sobretudo em áreas sem cobertura arbórea. Já sob outras condições, abaixo de dossel, a performance desta tecnologia em substituição aos levantamentos topográficos é questionável. Isto se deve ao fato do sinal de GPS ser bastante fraco, na faixa espectral das microondas, principalmente se degradado por alguma barreira física, como coberturas florestais. Sabe-se que apesar dos problemas de atenuação de sinais de GPS sob florestas, há condições diversas na obtenção destes sinais, e resultados que variam em função do tipo e densidade do dossel.

Empresas florestais têm sido também grandes usuárias dessa tecnologia. Há no campo florestal/rural inúmeras atividades onde um receptor de GPS não substitui totalmente as técnicas convencionais, porém, pode otimizar o trabalho. Entre outras, algumas das atividades florestais em que o GPS tem sido utilizado:

- Mapeamentos em geral;
- georreferenciamento de mapas de referência local ou topográficos;
- Orientação em deslocamentos (navegação);
- Reambulação de talhões;
- Locação de árvores porta-semente e bancos genéticos;
- Locação de estaleiros florestais e torres de incêndio;
- Demarcação de estradas e pontes;

* Disponibilidade seletiva (S/A) é uma técnica antes usada pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos para degradar a acurácia da posição geodésica determinada pelo sistema GPS, e foi desativada em 01/05/2000.

- Locação de parcelas de inventário florestal;
- Descrições de campo para trabalhos de interpretação e classificação de imagens/fotografias de sensores remotos.

Muitas outras aplicações têm mostrado bastante potencial. O Serviço Florestal Americano é um dos campeões em criatividade para novos usos desta ferramenta. Uma delas, que se mostra muito adequada, é a localização e rápida quantificação de incêndios florestais, que trazem sérias consequências nos Estados Unidos. Através de helicópteros munidos de GPS, chega-se rapidamente ao local, e faz-se um sobrevôo em torno da área atingida, coletando as coordenadas que permitem traçar o polígono em um mapa da região. A importância deste trabalho, está na rapidez com que se transmite a informação, aumentando a velocidade da tomada de decisão, crucial para o controle de incêndios nestes casos. Surtos de pragas florestais, bem mais comuns nos Estados Unidos, são também rapidamente localizados e mapeados. Voltando à nossa realidade, empresas do setor florestal/papeleiro, por exemplo, possuidoras de tecnologia de ponta em diversas áreas e departamentos, têm utilizado GPS em várias atividades. Empresas bem estruturadas e organizadas no aspecto de gerenciamento de áreas, têm utilizado a ferramenta para trabalhos de atualização de talhões. Normalmente, estas empresas utilizam GPS para mapeamento em condições de céu aberto, ou pelo menos com baixa densidade de dossel nos arredores.

Serviços de topografia, no entanto, independente do grau de sofisticação utilizado (se topografia convencional ou estação total) são insubstituíveis sob densas coberturas de vegetação. Seja em levantamentos para definição de novos talhões e fazendas, como determinação de áreas para a inferência estatística de dados de inventário florestal ou levantamentos circunstanciados. Mesmo assim, o uso de GPS pode ser utilizado na complementação de levantamentos topográficos mais simples, minimizando-se os custos.

Já foi comentado sobre os problemas ocasionados pela baixa frequência dos sinais de GPS, assim como da fácil degradação destes sinais por dosséis de floresta. Isto já limita bastante o uso desta ferramenta; mesmo assim, muito se pode fazer com esta tecnologia no dia a dia de uma empresa florestal.

Neste ponto, dá-se início a uma discussão sobre o custo de um trabalho de georreferenciamento, que está intimamente relacionado aos equipamentos e sofisticação dos trabalhos de topografia realizados.

O custo e o benefício de qualquer trabalho a ser implementado, são questões bastante peculiares e específicas de cada empresa. O que é bom para determinada empresa, pode não ser adequado à outra. Vários aspectos, entre os quais estrutura da rede viária, objetivos, dimensão e frequência do trabalho, podem caracterizar diferenciais que justificam a implementação desta ou daquela alternativa de trabalho. A topografia evoluiu bastante nesta década, em especial devido ao desenvolvimento de equipamentos de maior precisão e “softwares” mais eficientes. Do teodolito mais simples aos eletrônicos e às estações totais e receptores de GPS, programas inteligentes e que proporcionam maior controle de erro e precisão, fazem parte desta evolução tecnológica.

O desenvolvimento das geotecnologias favoreceram e até exigiram uma maior sofisticação dos trabalhos de topografia, principalmente com a explosão das técnicas integradas de geoprocessamento. Nos dias de hoje, há profissionais de topografia ou agrimensura ou firmas consultoras que entregam, ao final de seu trabalho, mapas totalmente digitais e georreferenciados nos sistemas de referência exigidos pelo cliente. No entanto, esta tecnologia está mais distribuída nas regiões mais desenvolvidas e até próximas aos grandes centros. É notório que esta sofisticação também tem o seu custo, a ser considerado pelas empresas que necessitam destes trabalhos. Em geral, um trabalho mais acurado custa três a cinco vezes mais que a velha e conhecida topografia convencional. Às vezes aquele topógrafo já conhecido e que tem o seu trabalho reconhecido pela empresa, molda-se perfeitamente à determinada situação. Em algumas ocasiões, não é necessário apenas um trabalho de topografia, mas alguém que já conheça bem a região e até trabalhe o lado político, estabelecendo uma divisa, um acerto qualquer para a colocação de um marco ou de uma cerca, por exemplo, aspectos bastante frequentes quando do estabelecimento histórico e/ou revisão dos limites de uma propriedade.

Um outro fator importante é a continuidade e frequência com que estes trabalhos de topografia são feitos em uma empresa. Não é interessante modificar constantemente as técnicas e os profissionais envolvidos na atualização das cartas,

o que pode justificar o estabelecimento de uma estrutura na própria empresa que assim permita um desenvolvimento gradativo, e uma certa independência da empresa para a manutenção e atualização de seus trabalhos.

Atualmente, a evolução das técnicas de geoprocessamento, bem como dos sistemas de informações geográficas, tornaram básico e pré-requisito para desenvolvimento destas técnicas, mapas mais precisos e com sistemas de projeção cartográfica, seja UTM (Universal Transversa de Mercator), ou outro.

O uso de bases cartográficas para a locação de fazendas e estradas para planejamentos estratégicos, determinação de caminhos ótimos ou de custo mínimo, o monitoramento ambiental com imagens de sensores remotos, o uso de sistemas de cadastro e banco de dados para a associação de informações literais a objetos pré-determinados tais como fazendas, glebas, talhões e projetos, até o uso de sistemas mais sofisticados com capacidade para análises espaciais estão cada vez mais em pauta.

Pode-se definir o trabalho do georreferenciamento como uma complementação da topografia. Um levantamento com equipamentos mais modernos como os receptores de GPS de alta precisão, poderia evitar esta etapa do georreferenciamento, porém, como visto anteriormente, a topografia é sempre necessária sob coberturas florestais.

Outro questionamento importante é a marca, o modelo, a precisão, enfim, qual receptor de GPS deveria ser utilizado em um trabalho como este. O mercado de receptores de GPS oferece uma ampla variedade de equipamentos, entre fabricantes e modelos de baixa, média e alta precisão. Este é o centro da discussão em que se deve analisar os objetivos e desenvolver a idéia de atingí-los minimizando os custos, com operacionalidade e qualidade. Importante também é utilizar o bom senso para entender que qualidade, nem sempre é sinônimo de precisão geodésica em cartografia temática. Empresas florestais, normalmente possuem grandes extensões de terra onde mantêm seus povoamentos florestais e/ou suas florestas. Para o gerenciamento destas áreas, bem como seu planejamento, as escalas dos mapas utilizados giram em torno de 1 : 10.000 até 1 : 50.000. Portanto, não são escalas muito grandes, o que não justifica o uso de receptores geodésicos de alta precisão e de altíssimo custo, normalmente voltados a outros tipos de serviços. Os receptores de baixa precisão, normalmente conhecidos como aparelhos receptores

de GPS de navegação, devem ser mesmo utilizados para a navegação ou orientação, mas sua precisão melhorou bastante após o desligamento da disponibilidade seletiva, e gira em torno de 5 a 10 metros. Em trabalhos de descrição de campo integrados à interpretação de imagens de satélite de baixa resolução espacial, ou mesmo em levantamentos expeditos, podem ser normalmente utilizados. Mesmo assim, nessa etapa de identificação do aparelho ideal para os trabalhos de georreferenciamento na empresa florestal, restam ainda muitas marcas e modelos. Receptores de precisão métrica, também chamados receptores de GPS cadastrais ou topográficos, são adequados a este serviço.

Estes equipamentos permitem que sejam conhecidos os erros de obtenção das coordenadas de um ponto, baseado na determinação simultânea das coordenadas de outro ponto com outro receptor em uma posição já conhecida (conhecido como base fixa). Utilizando-se então de *softwares* específicos (figura 03) e dados obtidos simultaneamente de dois aparelhos, pode-se aumentar bastante a precisão obtida.

Para o uso de equipamentos receptores de GPS cadastrais, topográficos ou ainda semi-caadastrais, após as devidas correções, obtêm-se uma precisão desde submétrica até 2 a 5 metros. Mais importante que esta precisão, é o significado dela, em função da natureza do trabalho, se medição ou georreferenciamento, e em relação à escala do mapa. É claro que para obter esta ou aquela precisão dentro de um intervalo conhecido, alguns fatores são importantes:

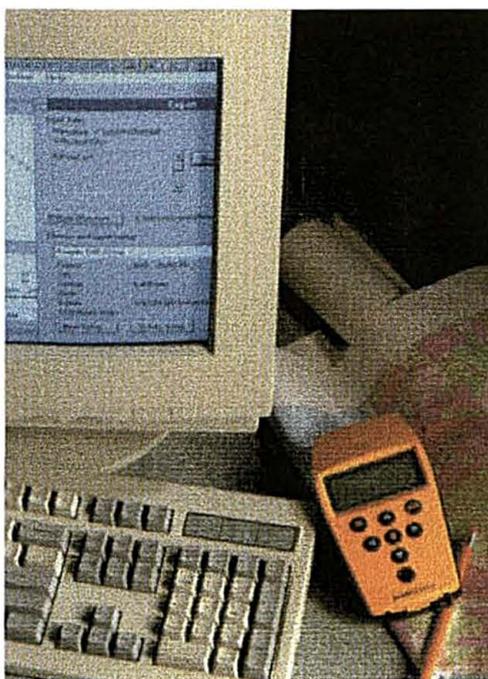
- A distância entre os receptores móvel e de base fixa, a serem utilizados para a correção diferencial, é importante para alcançar determinadas precisões. Isto porque a precisão é degradada a medida que a distância entre o receptor base e o móvel aumenta. Uma estimativa grosseira desta degradação é de 2 mm a cada quilômetro entre a base e o receptor móvel.
- As condições ambientais locais devem ser consideradas. Condições climáticas favoráveis são de céu aberto com ampla visão do céu. A chuva, mesmo que fina pode provocar problemas no sinal. Obstruções do céu por edificações ou dossel de cobertura florestal interferem bastante na recepção dos sinais.

Outra questão importante a ser levantada é a possibilidade de aquisição de apenas um receptor, utilizando dados de base fixa de terceiros. Ou seja, a empresa compraria apenas um aparelho, e obteria os dados de rastreamento de uma base

fixa mais próxima possível da região de trabalho. Esta hipótese deve ser questionada diante da possibilidade de uma economia de 50% do preço do equipamento. Outra vez o bom senso passa a ser importante para analisar a operacionalidade, o custo e os benefícios de se trabalhar com esta ou aquela marca ou modelo, com apenas um ou dois receptores. Nesta fase, é fundamental a troca de informações, não somente com especialistas no assunto, mas também o contato com empresas e profissionais do setor e que utilizam estes equipamentos de forma bem operacional, resolvendo seus problemas no dia a dia.

Este processo, teve como primeiro passo o georreferenciamento de pontos distribuídos estrategicamente pelas áreas a serem transformadas. Uma metodologia usual foi utilizada. Trata-se da obtenção das coordenadas de pontos notáveis como cruzamentos de estradas, pontes e outros, porém uma boa forma de conduzir

FIGURA 03. EQUIPAMENTO DE GPS E TELA DO SOFTWARE PATHFINDER OFFICE, UTILIZADO PARA EFETUAR CORREÇÕES DIFERENCIAIS



estes trabalhos foi a adoção de pontos extremos ou vértices, onde é interessante a colocação de marcos divisórios caracterizados com o selo do proprietário. Este trabalho de colocação de marcos divisórios normalmente é realizado pela topografia.

De posse do receptor de GPS, após um planejamento de trabalho, incluindo os marcos ou pontos a serem determinados, obtêm-se as coordenadas preliminares

destes pontos, de acordo com os critérios de PDOP mínimo (medida de precisão da posição GPS baseada nas posições relativas dos satélites), boas condições atmosféricas e de transmissão de sinal.

Como trabalhar com GPS em florestas pode significar problemas em se obter contínuas condições de obtenção de posicionamento, nem sempre é possível determinar limites ou linhas divisórias. Isto explica porque o trabalho de georreferenciamento é complementar, não sendo seguro substituir os teodolitos pelo uso de receptores de GPS. A seguir, em escritório, utilizando-se dados obtidos simultaneamente dos mesmos pontos ou posições, procede-se o pós-processamento através da correção diferencial em software específico. A partir destas correções diferenciais, chega-se a uma precisão aceitável para os trabalhos de georreferenciamento.

O próximo passo é a utilização da ferramenta de ajustamento, ou transformação afim no plano. A partir da informação de posições corrigidas de pontos de distribuição espacialmente estratégica, passa-se a utilizar ferramentas de cartografia que permitem um ajuste de todas as poligonais por meio de transformações matemáticas. Este ajuste pode ser feito em programas do tipo CAD que tenham esta ferramenta (Maxicad), ou mesmo via programação (Autocad e Microstation), ou em softwares do tipo MATLAB.

Detalhes sobre técnicas de ajustamento poderão ser vistos em livros, teses, enfim publicações envolvendo Geodésia e Engenharia Cartográfica. Recomenda-se leitura de autores como GEMAEL (1984), MITISHITA (1997) e ANDRADE (1998).

A importância do trabalho de georreferenciamento, é comprovada quando percebe-se uma integração das informações gráficas vetoriais corrigidas com vários outros tipos de informação. Este é o início natural da formação de uma mapoteca digital, que se tornará aos poucos parte de um banco de dados gráfico vetorial componente de um SIG.

Uma função importante e de aplicação direta desta mapoteca digital é permitir o fluxo total dos arquivos vetoriais para a produção de mapas nas mais diferentes escalas, dentro dos limites normalmente utilizados nas empresas florestais; ou seja entre 1:50.000 e 1:10.000. Mapas para finalidades distintas como por exemplo:

- Mapas de fazendas (administrativos);
- Mapas de talhões (sub-unidades administrativas);

- Mapas de localização no município, nos imóveis (divisão municipal);
- Mapas de quinhões (jurídicos);
- Mapas de projetos (administrativos/IBAMA);
- Mapas específicos de rotas, estaleiros florestais e outros;
- Mapas de arrendamentos/fomentos, entre outros.

3.4 Importância de um Cadastro Florestal

É extremamente complexo imaginar toda a estrutura de uma organização com informações integradas e atualizadas constantemente. Mas um sistema de cadastro ou um banco de dados qualquer, nem sempre vai ser alimentado com dados de interesse geral. De acordo com as funções empresariais, também conhecidas como ações operacionais vitais de uma empresa, ou seja, aquelas sem as quais nenhuma empresa ou instituição atinge seus objetivos, é que se desenvolve todo e qualquer planejamento dentro de uma empresa visando a implantação de sistemas de informação. Diferentes atividades fazem parte das ações operacionais, tais como administrativas e técnicas operacionais. Para citar alguns exemplos pode-se mencionar o controle de produção, controle de materiais, controle de finanças, gerenciamento de recursos humanos, gerenciamento empresarial, gerenciamento comercial, jurídico, entre outros. Isto sem entrar em detalhes específicos característicos das empresas florestais.

Embora seja difícil avaliar uma situação onde se possa desenvolver um cadastro para uso específico, pode-se com uso de bom senso, criar um pequeno banco de dados para controlar melhor determinada função técnico-administrativa ou mesmo gerencial. Esta não necessariamente será a resolução de todos os problemas da empresa, mas já se justifica no momento em que auxilia o controle de atividades e a tomada de decisões.

A formação dos profissionais de engenharia florestal e das demais ciências agrárias e da terra, normalmente não abrange com firmeza o terreno da informática, apenas mostra alguns rumos. Há bem pouco tempo, a informática dos usuários era quase que restrita a editores de texto, algum tipo de planilha de cálculo, pacotes estatísticos ou mesmo algum aplicativo específico. Ainda que um pouco dependentes de conhecimentos específicos dos profissionais da informática, pode-

se muito bem planejar, definir metas, traçar estratégias. Por que não arquitetar tabelas onde se possa manter informações preciosas sobre atividades, custos, receitas, funcionários, áreas de plantio, índices de prioridade de aproveitamento, situações junto ao INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), estoque, produção, produtividade, e muitas outras? Que tal modificá-las com certa frequência para que este cadastro esteja sempre o mais atualizado possível? Isto já pode ser de grande utilidade para armazenar e controlar informações. Mas se estas tabelas, além de conter informações úteis, se relacionam umas com as outras, possibilitando que novas informações possam ser obtidas da combinação destas tabelas, as perspectivas são ainda melhores.

É possível portanto, resolver uma série de problemas com algumas noções de cadastro e banco de dados. Não se pode acreditar que somente um SIG (Sistema de Informação Geográfica) dentro de sua mais alta "complexidade", alimentados com diversos tipos de dados e ferramentas de análise, vai resolver todos os nossos problemas antes mesmo de defini-los quais são. Outro erro bastante comum, é trabalhar a idéia de implementação de sistemas de combinação e análise de dados precedendo a formação de pelo menos um simples cadastro, quanto mais um banco de dados complexo.

Afinal, deve se ter em mente a idéia de que é possível tomar decisões, enfim, estudar uma forma de resolver problemas, e ter o máximo do controle de atividades minimizando os custos para o departamento ou empresa.

A organização de um sistema de banco de dados que armazene um cadastro técnico florestal de uma empresa de grande porte, é uma enorme rede de inúmeras tabelas interligadas umas nas outras, e que foi projetada com auxílio de especialistas na temática florestal. Entretanto, com certeza foi elaborada por analistas de sistemas com todos os detalhes de segurança e fluxo de informações necessários.

Mas um pequeno cadastro técnico de uso pessoal pode ser o início de um cadastro que poderá inclusive servir de base para a espacialização e análises de atributos dando portanto, suporte para um sistema de informações geográficas.

Informações como área da fazenda, recursos humanos, atividades diárias/mensais, tipos e qualidades de acesso, mapas para finalidades distintas,

serviços de terceiros, talhões, tipos de manejo, área efetiva de plantio, espécies, áreas de preservação, documentos, uso do solo, áreas prioritárias, são algumas das informações mais relevantes, entre outras, necessárias à boa condução dos trabalhos. Sob a ótica organizacional, é fácil justificar o uso de um cadastro para manter sob controle tantas informações.

Feliz circunstância permite aqui discutir a idéia da importância de se pensar em organização de dados antes de pensar em um SIG, muitas das análises possíveis de se realizar em um banco de dados relacional isolado, são muitas vezes entendidas como absolutamente dependentes de uma estrutura de SIG, ou seja, totalmente voltada à análises espaciais. A lógica nos leva a obter antes de tudo algum desenvolvimento na área cadastral e na área de mapeamento, para depois sim, pensar em fazer análises com estes produtos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 ÁREAS DE ESTUDO

Em função da amplitude deste trabalho e de seus objetivos, foram utilizadas nesta pesquisa, duas áreas distintas. De início, para cumprimento dos objetivos específicos a e b (Estudo de Caso 01), foi utilizada a área de influência das Indústrias João José Zattar S/A. Esta empresa possui sua sede no município de Pinhão, Estado do Paraná, e tem como objetivos principais manejar suas florestas objetivando a produção de madeira laminada de *Pinus spp* e também a exploração de erva-mate. Na seqüência dos trabalhos, houve necessidade da utilização de dados de inventário florestal de povoamentos do gênero *Pinus spp* para atender aos objetivos específicos c e d (Estudo de Caso 02). Para esta fase, foram obtidos dados de levantamentos realizados em 1997 em uma fazenda pela empresa PISA Florestal S/A.

4.1.1.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DE CASO Nº 01

Foi utilizada uma área bastante extensa do Centro-Oeste do Estado do Paraná onde se concentram as fazendas de propriedade das Indústrias João José Zattar S/A. Foi delimitada uma área de influência bem maior do que as áreas da empresa, totalizando aproximadamente 50.000 hectares, as quais estão dispersamente distribuídas entre a sede da empresa e as localidades de Vitória, Pedro Lustosa, Faxinal do Céu e Paredão, no Município de Pinhão, e compreendidas entre as coordenadas 25° 59' 55" e 25° 25' 56" de Latitude Sul e 56° 00' 06" e 55° 15' 13" de Longitude Oeste (figura 04). Desta forma, de acordo com os objetivos expostos anteriormente, decidiu-se iniciar o trabalho a partir apenas de plantas topográficas com sistemas de referência local das fazendas da empresa situadas nesta região.

A formação geológica predominante na região é da formação São Bento com rochas basálticas e arenitos. O relevo predominante na região é suave ondulado,

ocorrendo entre as cotas de 800 a 1200 metros de altitude, ficando a faixa que margeia o rio Iguaçu, variando entre 600 a 800 metros.

O clima dominante na região é do tipo Cfb – verão quente, com temperatura do mês mais quente abaixo de 22°C, sendo que há uma predominância do clima Cfa, nas proximidades do rio Iguaçu, em altitudes inferiores a 800 metros.

A vegetação nessa região é caracterizada como campos e faxinais com grande incidência de Araucária, erva-mate e canelas

Predominam os solos do tipo litossolo e cambissolo.

4.1.1.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DO CASO N° 02

Á área selecionada para a segunda etapa dos trabalhos, ou seja, os objetivos específicos b e c, está situada no município de Sengés, norte pioneiro do Estado do Paraná, e faz parte da fazenda Mocambo, de propriedade da Empresa PISA Florestal S/A. A área pertence aos projetos Mocambo 06 e PISA 33 e está compreendida entre as coordenadas 24°17'42" e 24°11'28" de Latitude Sul e 49° 23' 35" e 49° 19' 40" de Longitude Oeste (figura 04).

A formação geológica predominante na região é da formação Guaitá ou Itararé com rochas de argilito, folhelhos pirobetuminosos, siltitos calcários e conglomerados. O relevo predominante na região é suave ondulado, com altitude média de 800 metros, variando de 600 a 1030 metros.

O clima dominante na região é do tipo Cfb – verão quente, com temperatura do mês mais quente abaixo de 22°C.

A vegetação predominante é rasteira característica de cerrado, e grandes áreas de influência antrópica caracterizada por reflorestamentos e agricultura.

Os solos predominantes são Latossolo vermelho escuro e câmbico.

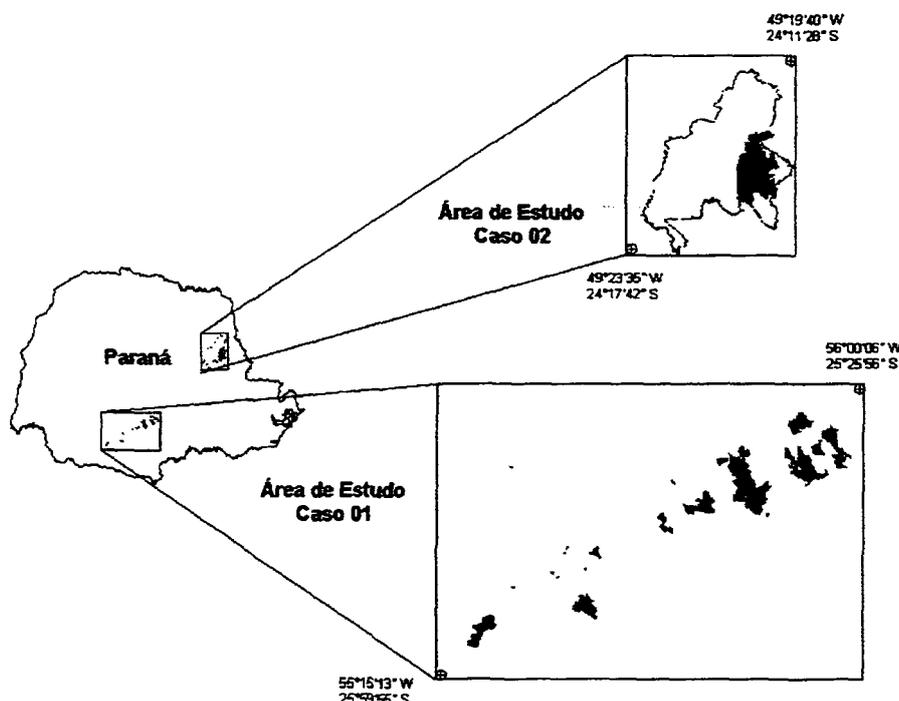
4.1.2 EQUIPAMENTOS, SOFTWARES E OUTROS MATERIAIS UTILIZADOS

Para a realização deste trabalho, foram utilizados os seguintes equipamentos e softwares:

- Microcomputador Pentium III 500 com 128 megabytes de memória ram e 18 gbytes de disco rígido;
- Mesa digitalizadora tamanho A3;
- Receptor de GPS tipo semi-cadastral e uso da base fixa da empresa revendedora do equipamento, situada em São Paulo.

Os seguintes “softwares” foram utilizados para a execução dos trabalhos:

FIGURA 04. ÁREAS DE ESTUDO PARA OS CASOS 1 E 2



- Sistema Maxicad versão 16 bits;
- Pathfinder Office versão 2.11;
- SPRING (INPE) versões 3.4, 3.5 Beta e os módulos SCARTA e IPLIT
- Sistema Gerenciador de Banco de Dados Access 98
- Sistema SISPINUS 2.1 (EMBRAPA/CNPF e UFPR)
- Sistema PLANIN (EMBRAPA/CNPF e UFPR)

Foi utilizado também o seguinte material complementar :

- 26 plantas topográficas no sistema de referência local com as propriedades da empresa, obtidas junto às Indústrias João José Zattar;
- As seguintes folhas planialtimétricas da DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército:
 - Folha SG.22-V-D-V-2 MI-2852/2 – Pinhão;
 - Folha SG.22-V-D-VI-1 MI-2853/1 – Vitória;
 - Folha SG.22-V-D-VI-3 MI-2853/3 – Paredão;
 - Folha SG.22-V-D-V-4 MI-2852/4 – Faxinal do Céu;
 - Folha SG.22-V-D-V-3 MI-2853/3 – Pedro Lustosa;
- Mapa digital em formato .CAD da área de estudo, obtido junto à empresa PISA Florestal S/A;
- Cadastro básico de informações e de inventário florestal realizado em 1997 dos talhões de reflorestamento da PISA Florestal S/A pertencentes à área de estudo;
- Informações sobre custos de implantação e manutenção dos povoamentos da área de estudo da PISA Florestal S/A.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para os dois estudos de caso realizados, ou seja, a implementação de ambos os sistemas de informação geográfica, foram utilizadas as técnicas necessárias à implementação dos sistemas de acordo com as necessidades e o grau de desenvolvimento geotecnológico de cada uma das empresas em questão.

Para o caso 01, ou seja, das Indústrias João José Zattar S/A, a formação de um sistema de informações, sendo objetivo final dos trabalhos, teve como pré-requisito a implementação de um sistema de produção e manutenção de bases cartográficas em meio digital. Ainda no caso 01, a empresa não dispunha de um cadastro de informações, o qual também foi iniciado no desenvolvimento desta pesquisa.

No caso 02, ou seja, PISA Florestal S/A, a empresa já possuía um sistema eficiente de manutenção e atualização tanto da base cartográfica quanto do cadastro. Seguindo os itens apontados como objetivos específicos deste trabalho, foram estabelecidas as fases e metodologias utilizadas para alcançar estas metas.

O caso 01 é específico de uma empresa que não trabalhava com geotecnologias, o que determinou que os trabalhos fossem iniciados a partir dos mapas topográficos. Por isso, foi dada uma maior importância aos mapas, aos trabalhos de topografia e GPS, base cartográfica, enfim, condicionantes para que fosse possível implementar um sistema de informações geográficas, que proporcionasse informações para suporte administrativo e técnico da empresa.

Já no caso 02, os trabalhos tiveram outro enfoque, caracterizando um estágio mais avançado e também com uso dos sistemas SISPINUS e PLANIN, integrando simulações de produção florestal e análise econômica ao SIG, para permitir a espacialização destas simulações, agrupamentos, consultas, e finalmente análises espaciais.

4.2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO DE CASO N° 01

Para dar início aos trabalhos de implementação do SIG na empresa, foi necessário obter uma base geográfica de dados em condições de ser importada pelo programa SPRING para o processo de construção do modelo de dados. Todos os procedimentos utilizados no caso 01 podem ser visualizados no organograma da figura 05.

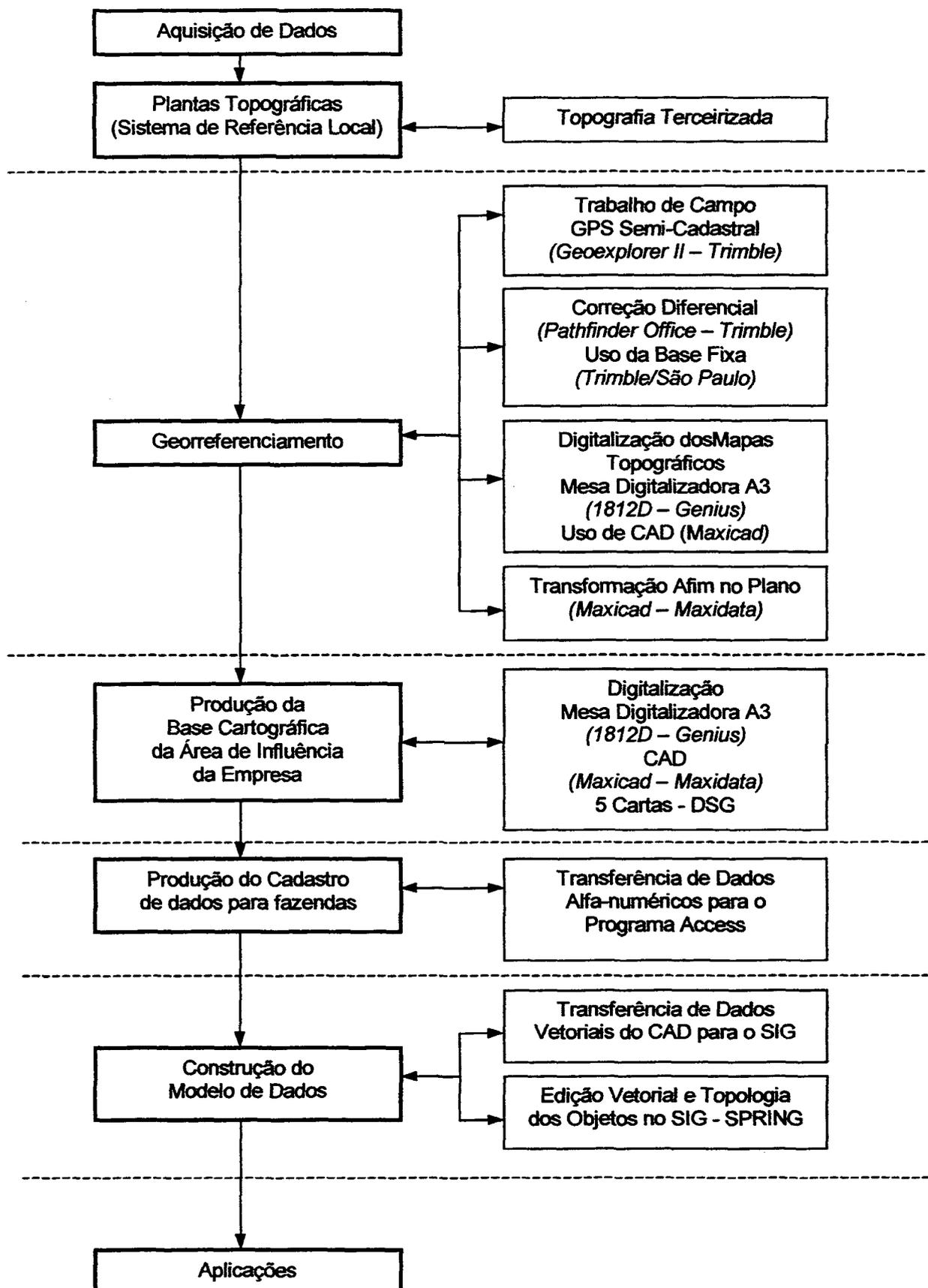
4.2.1.1 TOPOGRAFIA

Grande parte das fazendas da empresa apresentavam plantas topográficas com sistemas de referência local e norte magnético.

A empresa precisava recorrer a serviços de topografia para atualizar todas as suas fazendas localizadas em uma região bastante ampla. As seguintes opções foram estudadas:

1. Estruturação de um departamento topográfico, incluindo a aquisição de equipamentos e contratação de um topógrafo e dois auxiliares.
2. Terceirização do serviço com a tecnologia mais avançada incluindo o uso de estações totais e GPS, obtendo os resultados do trabalho totalmente digitais e em formato CAD (.dxf, .cad ou .dgn).

FIGURA 05 – REPRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA OPERACIONAL DO TRABALHO PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS DO ESTUDO DE CASO 01



3. Utilização dos serviços de um topógrafo/agrimensor conhecido e já experiente com vários trabalhos realizados na região.

Analisando as três possibilidades, a primeira parecia ser bastante interessante, desde que houvesse, por parte da empresa, segurança nas contratações e um mínimo de tempo necessário para a adaptação normal em qualquer implementação deste tipo. Em função da rapidez necessária em se obter os resultados, esta não foi a opção adotada. A opção 2 não foi escolhida porque a terceirização total dos serviços dificultaria o acultramento técnico da empresa nesta área.

Devido ao grande envolvimento da topografia nas questões de pesquisa e discussão envolvendo proprietários confrontantes, a alternativa escolhida neste caso particular foi a terceira, ou seja, a contratação de serviços de um profissional já conhecido e respeitado na região. A ocasião exigia uma grande experiência e um trabalho bastante abrangente e imparcial perante os proprietários de fazendas vizinhas, e que ao mesmo tempo permitisse uma boa integração com as demais etapas dos trabalhos.

Com relação à segunda opção, que tratava de todo o serviço como um trabalho completo a ser realizado por terceiros, poderia tornar a empresa dependente de firmas consultoras e carente de tecnologia e de bons profissionais.

A alternativa nº 3 foi a que melhor se moldou à empresa. Mesmo assim, para que se acelerasse a velocidade dos trabalhos e também houvesse um certo controle na questão dos custos, utilizou-se mais de uma equipe ou profissional com contratos distintos, seguindo-se a uma padronização para que os produtos atendessem ao esperado.

No contexto geral do trabalho, foi imprescindível a obtenção dos mapas topográficos das fazendas, que como menor unidade administrativa da empresa, foram consideradas como alvo principal a ser mapeado.

4.2.1.2 BASES CARTOGRÁFICAS

Foram definidos os seguintes níveis ou *layers* para o estudo de caso 01, de acordo com as necessidades básicas para a empresa e as informações existentes nas cartas da DSG/IBGE.

Foram digitalizados da carta do DSG, apenas seis (6) níveis de informações:

- Estradas principais, representado por um traço contínuo em vermelho;
- Estradas secundárias representado por um traço descontínuo e mais fino também em vermelho;
- Hidrografia, representado por um traço azul;
- Linhas de transmissão representadas por um traço preto descontínuo;
- Áreas urbanas representadas pela cor vermelha;
- Fazenda da empresa, representada pela cor verde;
- Áreas de terceiros (dentro de áreas da empresa);
- Quinhões (Unidade jurídica e histórica).

Estabelecida a área de influência de todo o estudo, ou seja, definido o espaço geográfico para implementação de base cartográfica de apoio logístico às fazendas, foi feita a digitalização de toda a base cartográfica com base nas cartas da DSG. A digitalização da base cartográfica da área de influência da empresa foi toda elaborada no programa Maxicad e em mesa digitalizadora formato A3. Para tanto, cada uma das cinco cartas da DSG foram divididas em quatro partes, para que coubessem na área de trabalho da mesa. Mesmo assim, o trabalho trouxe bons resultados, tendo como produto a logística para transporte, bem como hidrografia, redes de energia, localidades, e as fazendas da empresa, na medida em que iam sendo georreferenciadas.

4.2.1.3 GEORREFERENCIAMENTO

O próximo passo, foi a conversão das plantas topográficas das fazendas da empresa, do formato analógico para o formato digital, mesmo no sistema de referência local, para que pudesse ser realizado o georreferenciamento.

Tendo em vista que foi verificado ser muito alto o custo do aluguel de equipamentos de GPS com uma precisão razoável (2 a 5 metros após a correção diferencial), foi necessário adquirir o equipamento para iniciar os trabalhos de georreferenciamento das plantas topográficas das fazendas. Isto porque todas as plantas topográficas estavam com um sistema de referência local, apenas com o norte magnético. Decidiu-se então fazer algumas cotações e estudos para tomar a

melhor decisão possível: Comprar um equipamento que atendesse aos objetivos do trabalho e ao mesmo tempo minimizando os custos.

Foram estudadas e avaliadas 5 alternativas de equipamento de GPS:

1) A hipótese inicial levada em consideração foi à aquisição de dois receptores e instalação de uma base fixa de coordenadas conhecidas na sede da empresa, ou em uma de suas fazendas. Considerando que o custo iria duplicar, diante da necessidade de aquisição de dois equipamentos idênticos, seguiu-se o exemplo de algumas empresas do mesmo ramo que iniciaram seus trabalhos com apenas um receptor, mesmo que utilizando-se de bases fixas distantes para suas correções diferenciais.

Esta dúvida de se adquirir um receptor apenas ou o par, se justifica porque em uma empresa, ao mesmo tempo que um departamento precisa de um certo equipamento, outro, também necessita de investimento. Como este exemplo é uma situação real, a empresa florestal em questão tinha ao mesmo tempo, outras necessidades como por exemplo a compra de outro veículo, uma pá carregadeira, novos computadores, e assim por diante.

2) Utilizar uma base fixa de uma instituição pública que possuía base instalada a uma distância de aproximadamente 250 a 300 quilômetros das áreas de trabalho. Neste caso, a empresa compraria apenas um receptor e arcaria com os custos do uso dos dados de rastreamento desta base junto à instituição. A principal vantagem desta alternativa está na menor distância entre a base fixa e as bases móveis da frente de trabalho. O problema, é que a utilização desta base fixa estaria limitada ao período de rastreamento definido pelos usuários do equipamento da instituição pública. Ainda que houvesse um acordo para esta utilização em conjunto, a empresa ficaria sujeita ao pagamento de uma taxa diária de uso e à mudanças de estratégia da instituição.

3) Outra hipótese de se utilizar base fixa de terceiros parecia bastante viável também em função de uma distância similar até a base fixa, porém, obteve-se a informação de que tal receptor estava ultrapassado e fora de fabricação, apesar de ainda estar sendo comercializado no mercado e a um preço mais baixo. Esta informação foi suficiente para estudar outra possibilidade, e só foi possível através do contato com especialistas em GPS.

4) Sabendo que a Universidade Federal do Paraná mantém uma base fixa em Curitiba, em convênio com o IBGE, mantiveram-se alguns contatos. Percebeu-se, no

entanto que esta base fixa faz parte de projetos acadêmicos e de pesquisa, restringindo o uso para a iniciativa privada (apesar deste também ser um projeto de pesquisa, mas que envolve uma empresa privada). Mesmo que fosse possível utilizar dados da Universidade, a empresa precisaria ter maior autonomia e independência em seus trabalhos, portanto, logo chegou-se à conclusão de que esta não seria a melhor alternativa.

5) Aquisição de um aparelho cuja marca é bastante conhecida no mercado mundial, além de que o uso de uma base fixa, apesar de estar a uma distância bem maior que nas opções anteriores, faz parte da venda do equipamento. Portanto, nesta situação real de decisão, estudou-se a precisão necessária para os objetivos dos trabalhos, questionou-se o uso do equipamento e da distância entre as bases móvel e fixa para as correções diferenciais tanto com técnicos da empresa revendedora do equipamento, quanto com técnicos florestais/cartógrafos que o utilizam em condições semelhantes. Esta foi a alternativa escolhida.

Após a escolha do equipamento, deu-se continuidade aos trabalhos. As plantas topográficas das áreas da empresa, levantadas em campo por meio de topografia convencional (poligonais fechadas), em um sistema de referência local, foram convertidas para o meio digital.

A seguir, de posse das plantas topográficas e com uso do GPS adquirido pela empresa, passou-se aos trabalhos de campo com o objetivo de coletar coordenadas geodésicas de pontos notáveis em campo, para posterior trabalho de correção diferencial das coordenadas e ajustamento. Em função da dimensão das fazendas e principalmente da distribuição, foram obtidos de 5 a 10 pontos de cada planta topográfica, com certeza de localização em campo e na planta. Foram rastreados pontos de coordenadas UTM de marcos extremos das fazendas, bem como cruzamentos de estradas e divisas. Esta certeza de orientação, nos trabalhos de campo, foi adquirida com o auxílio de pessoas que conhecem bem a região, e sobretudo, acompanharam a fase de levantamentos topográficos.

Após esta fase, procedeu-se o trabalho de correção diferencial dos pontos rastreados em campo com uso do programa *pathfinder office* e de arquivos de rastreamento de base fixa obtidos junto à empresa representante do equipamento para a América Latina, sediada em São Paulo, via *download* pela internet (direito obtido quando da aquisição do equipamento).

De posse dos mapas das fazendas, devidamente corrigidos, trabalhou-se nos ajustamentos (transformação afim no plano) das poligonais das fazendas, com uso do módulo de ajuste afim do programa Maxicad, utilizando-se tanto os pontos de controle no sistema de referência local quanto os pontos de GPS processados após correção diferencial. Em seguida, as fazendas devidamente corrigidas foram integradas à base cartográfica da região de influência da empresa, já digitalizada.

4.2.1.4 PRODUÇÃO DO CADASTRO DE DADOS PARA AS FAZENDAS

No estudo de caso 01, o cadastro florestal surgiu da necessidade básica em se obter informações a respeito de fazendas ainda não tão conhecidas e manejadas. Neste caso, pretendia-se aos poucos implementar tecnologias de informação para dar suporte às ações gerenciais da empresa. Este é um caso de um cadastro onde a informação está intimamente ligada à fazenda, sendo esta a menor unidade administrativa. Um cadastro inicial foi elaborado contendo informações conforme consta no quadro 01.

QUADRO 01. INFORMAÇÕES INICIAIS UTILIZADAS EM CADASTRO

FICHA DE CADASTRO		
NOME DA FAZENDA:		
MUNICÍPIO:		
IMÓVEL:		
ENCARREGADO:		
SALÁRIO:		
ESTADO DE CONSERVAÇÃO		
DE CERCAS:	<input type="checkbox"/> Boa	<input type="checkbox"/> Nova <input type="checkbox"/> Ruim
ARRENDOS:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
ATIVIDADE DO ARRENDO:	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Pecuária
NOME DO ARRENDATÁRIO:		
QUANTIDADE DO ARRENDO:		
VIGÊNCIA DE CONTRATO:		
FORMA DE PAGAMENTO		
DO ARRENDO:		
INCIDÊNCIA DE ERVA:	<input type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Baixa
ADENSAMENTO DE ERVA:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
ENRIQUECIMENTO DE ERVA:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
PRIORIDADES:		
BENFEITORIAS:		
CONFRONTAÇÕES:		
AO NORTE:		
AO SUL:		
AO LESTE:		
A OESTE:		
TIPO DE FLORESTA:		
RELEVO:	<input type="checkbox"/> PLANO	<input type="checkbox"/> LEVEMENTE <input type="checkbox"/> ONDULADO
		ONDULADO

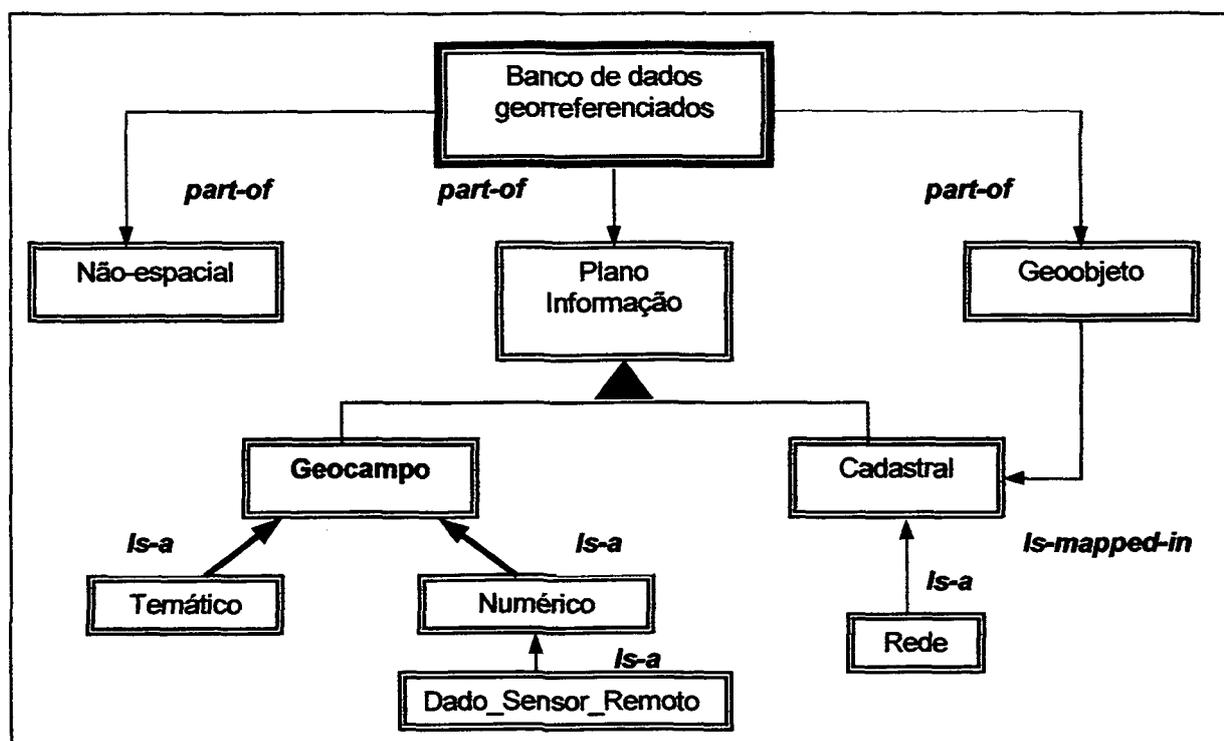
Como ainda não haviam muitas informações detalhadas a respeito de áreas internas menores, um cadastro criado para atender a estas áreas seria bastante repetitivo, já que a base real de informações está, na verdade, definida pelas unidades fazendas. Foi então definida uma equipe de trabalho formada por um técnico florestal e um administrativo, com experiência de campo, para percorrer as fazendas continuamente, utilizando-se da ficha modelo inicial do quadro 01.

Neste cadastro específico para o caso n° 01, algumas modificações tem sido feitas, relativas à objetividade dos dados levantados em campo para o preenchimento da ficha de cadastro inicial, em função da disponibilidade de dados no momento.

4.2.1.5 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS DO SIG PARA O CASO N° 01

Após conclusão dos trabalhos de topografia, georreferenciamento, base cartográfica e definição de um cadastro inicial, pôde-se iniciar a modelagem de dados no SIG de acordo com o fluxograma da figura 06.

FIGURA 06. MODELO DA ORGANIZAÇÃO DOS DADOS NO SIG



FONTE: CÂMARA (1995)

O sistema utilizado tanto para o estudo de caso 01 quanto para o estudo de caso 02 foi o SPRING. O modelo genérico ou esquema conceitual de dados para o SIG SPRING, é formado por geo-objetos, planos de informação e objetos não-espaciais. Os planos de informação podem ser geocampos ou objetos cadastrais. Estas classes podem ser ainda especializadas para construir o esquema conceitual do banco de dados geográficos. Essas relações estão ilustradas na figura 06. O banco de dados georreferenciado é separado em categorias, que são modeladas de acordo com a sua natureza e função no sistema.

Diferente dos sistemas CAD, uma das características básicas e gerais de um SIG é a sua capacidade de tratar as relações espaciais entre objetos geográficos. Uma das características básicas que distinguem um SIG de um CAD é a topologia, ou seja, a estrutura de relacionamentos espaciais que podem se estabelecer entre objetos geográficos.

Para o caso 01, o geo-objeto foi definido como sendo a fazenda, definida pelas poligonais fechadas da topografia, em função desta ser ainda a menor unidade administrativa da empresa. Tendo como exemplo genérico o esquema do universo conceitual de um SIG, da figura 06, foi criado o modelo de dados para o caso nº 01, o qual pode ser visualizado na sua estrutura no quadro 02. Dentro do esquema conceitual do SIG, foram utilizados vários tipos de informação em formatos digitais distintos, e feita a caracterização ou classificação dos dados de entrada em seu modelo correto ou operacional.

Na sequência, foi feita a transferência de dados vetoriais do CAD para o SIG, no formato .dxf (formato padrão), nível por nível, sendo que, não foi verificado qualquer problema de conversão de toda a base cartográfica gerada no formato .cad para o formato .dxf. Também a importação dos dados pelo SPRING, não demonstrou maiores problemas, além daqueles já previstos que são inerentes à natureza dos dados do CAD que precisam ser editados e preparados para o ambiente SIG.

Foram importados para o SIG os níveis de informação estradas principais, estradas secundárias, hidrografia, linhas de transmissão, áreas urbanas, fazendas da empresa, áreas de terceiros (dentro de áreas da empresa) e quinhões. A etapa seguinte foi a edição vetorial e finalmente a geração topologia dos polígonos.

QUADRO 02. MODELO DE DADOS PARA O CASO N° 01

CATEGORIA	MODELO	PLANOS DE INFORMAÇÃO
Imagem	Campo Tipo Imagem	TM3_1998 TM4_1998 TM5_1998 SPOTpan_1992
Hidrografia	Campo Tipo Temático	Rios
Rede Viária	Mapa Tipo Rede	Estradas_Primarias Estradas_Secundarias Rede_Estradas
Rede de Energia	Campo Tipo Temático	Linhas_Transmissao
Áreas da Empresa	Mapa Tipo Cadastral	Quinhoes Fazendas_Remedidas Fazendas_NaoRemedidas Areas_Outros
Tabela Externa 1	Objeto Tipo Não Espacial	
Fazendas (Plano Estratégico Administrativo)	Objeto Tipo Espacial	
Talhões (Plano Estratégico de Manejo Florestal)	Objeto Tipo Espacial	

Como já era previsto, foram feitas algumas edições, normais no processo de transformação e incorporação de arquivos vetoriais do CAD para o SIG. As principais edições vetoriais realizadas foram necessárias para evitar a duplicação de linhas e falhas no fechamento de polígonos, formação de nós, para finalmente transformar os polígonos-fazenda e polígonos-talhões em geo-objetos ajustados e poligonalizados.

Além das Categorias de dados que comportam arquivos vetoriais, foi criada uma categoria modelo imagem, na qual foram inseridas três bandas de imagem do sensor TM-Landsat 5 de 1998, e uma cena do Spot pancromático de 1992, que foram registradas e realçadas no módulo de processamento de imagens do próprio SPRING.

Os polígonos editados para serem geo-objetos e que portanto pertencem a esta categoria do modelo de dados, ou seja, as fazendas da empresa, foram associados à rótulos ou identificadores, criados para a conexão com o banco de dados (cadastro das fazendas).

4.2.1.6 APLICAÇÕES DO SIG NO ESTUDO DE CASO Nº 01 COMO FERRAMENTA DE SUPORTE ADMINISTRATIVO RURAL

A empresa em questão, passa atualmente por um processo de transição em relação à atualização, medição e cadastro de suas propriedades. Neste contexto, a organização do sistema tem como objetivo inicial, a visualização de consultas e agrupamentos simples das informações do cadastro inicial elaborado para o geo-objeto fazenda. Isto para permitir uma melhor visualização da distribuição dos dados ou atributos do cadastro em relação à localização das fazendas, integrando estas informações, sejam de caráter técnico ou administrativo, com a base cartográfica.

Através também das potencialidades do sistema em visualizar integradamente arquivos matriciais e vetoriais, possibilita o uso frequente de imagens de sensores remotos, com o objetivo de monitoramento do patrimônio.

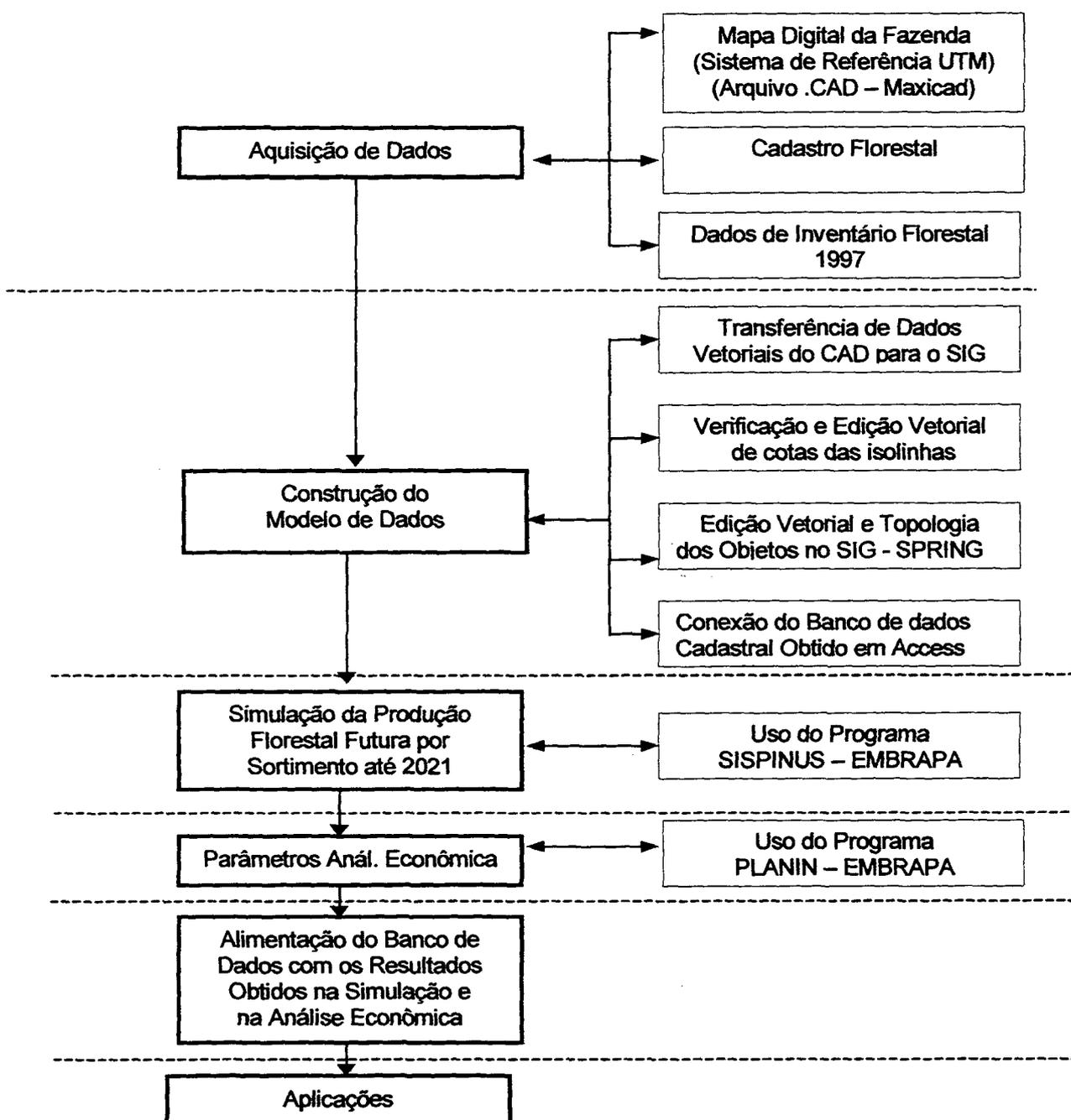
Foi verificada a possibilidade de utilização de um novo geo-objeto, principalmente ligado ao manejo de erva-mate e suas potencialidades (talhão determinado em função da base cartográfica), bem como outras atividades que se possa controlar por talhão (unidade administrativa mais paupável, mais próxima).

Neste caso nº 01 verificou-se também grandes possibilidades na utilização da rede de custo mínimo, em função da densidade da rede viária da região de influência da empresa. O uso da operação de redes de distância (*buffer*) para a delimitação de trabalhos ao longo da estrada (operação normalmente muito explorada ao longo de rios para a determinação de áreas de preservação permanente) mostra-se bastante prático para a delimitação de faixas para a extração e adensamento de erva-mate, ao longo das estradas, procedimento já adotado pela empresa em questão como forma de melhor aproveitamento da estrutura viária.

4.2.2 PROCEDIMENTOS DO ESTUDO DE CASO Nº 02

Para dar início aos trabalhos de implementação do SIG na área da empresa PISA Florestal S/A, foram obtidos dados tanto cartográficos (em formato .CAD) quanto de cadastro, custos de implementação e manutenção e de inventário florestal. Todos os procedimentos utilizados no caso 02 podem ser visualizados no organograma da figura 07.

FIGURA 07 – REPRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA OPERACIONAL DO TRABALHO PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS 2



4.2.2.1 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS

Dentro do esquema conceitual do SIG, foram utilizados vários tipos de informação em formatos digitais distintos e feita a caracterização ou classificação

dos dados de entrada em seu modelo correto ou operacional, de acordo com o quadro 03.

QUADRO 03. MODELO DE DADOS PARA O CASO N° 02

CATEGORIA	MODELO	PLANOS DE INFORMAÇÃO
Imagem	Campo Tipo Imagem	Mosaico_Rec
Mapa_Talhões	Mapa Tipo Cadastral	Limite_Fazenda Limite_Talhoes
Altimetria	Campo Tipo MNT	Curvas_Rec
Hidrografia	Campo Tipo Temático	Rios
Rede Viária	Mapa Tipo Rede	Estradas Principais
Talhões	Objeto Tipo Espacial	

Na sequência, foi feita a transferência de dados vetoriais do CAD para o SIG, no formato .dxf, nível por nível, sendo que, não foi verificado qualquer problema de conversão de toda a base cartográfica gerada no formato .cad (maxicad) para o formato .dxf. Também a importação dos dados pelo SPRING, não demonstrou problema algum.

Foram importados para o SIG os níveis de informação: estradas principais, hidrografia, limite da fazenda, limite dos talhões, curvas de nível (isolinhas), além das fotografias utilizadas na confecção de um mosaico não controlado, que foi registrado com a base cartográfica da fazenda.

A etapa seguinte foi a edição vetorial e finalmente a geração dos polígonos. Como já era previsto, ocorreu de forma semelhante ao caso 01, desde a transformação e incorporação de arquivos vetoriais do CAD para o SIG, passando pela edição e finalmente a poligonalização dos objetos, que neste caso foram definidos como sendo os talhões florestais. As principais edições vetoriais realizadas foram necessárias para evitar a duplicação de linhas e falhas no fechamento de polígonos, formação de nós, para finalmente transformar os polígonos-talhões em geo-objetos ajustados e poligonalizados. Também as isolinhas ou curvas de nível exigiram um trabalho de edição tanto de cotas quanto ajustes de linhas.

4.2.2.2 APLICAÇÕES DO SIG NO CASO N°02 COMO FERRAMENTA DE SUPORTE AO MANEJO FLORESTAL

A partir dos dados de inventário florestal realizado em 1997, o programa SISPINUS possibilitou, através da prognose de crescimento e da produção de povoamentos de *Pinus*, a simulação de desbastes e a separação das estimativas de volumes parciais, estimados para segmentos dos troncos com as dimensões adequadas a cada finalidade industrial da empresa. Isto é possível porque o programa SISPINUS apresenta um modelo baseado em funções de distribuição de probabilidades que descrevem as distribuições de diâmetro e altura das árvores do povoamento em diversas idades, sítios e número de árvores por hectare. Também a partir de dados do mesmo inventário florestal, além de informações de custos de implantação e atividades operacionais cedidas pela PISA Florestal, o programa PLANIN possibilitou o cálculo dos parâmetros de avaliação econômica dos regimes de manejo simulados para os povoamentos.

Este modelo de dados foi criado com o objetivo principal de fornecer subsídios espaciais ao planejamento da produção e manejo florestal dos povoamentos do gênero *Pinus* spp. Desta forma, foi possível obter mapas que expressem um cenário da produção por sortimento de madeira, obtidos a partir da simulação da produção futura com base em dados de inventário florestal realizado no passado.

Além disso, várias informações não espaciais (atributos) obtidas no cadastro da empresa em questão, foram associadas aos geobjetos pré-definidos, ou seja, aos talhões de reflorestamento de *Pinus* spp, e espacializadas na forma de mapas. O sistema proporcionou a visualização de atributos do banco de dados tanto por agrupamento quanto por consulta. Foram gerados mapas das mais variadas informações, visualizadas nas figuras 08 e 09.

A partir das curvas de nível num intervalo de 10 em 10 metros, foi gerado o modelo digital do terreno (grade regular) através da qual foi feito o mapa hipsométrico da fazenda em classes de 20 em 20 metros e de 50 em 50 metros.

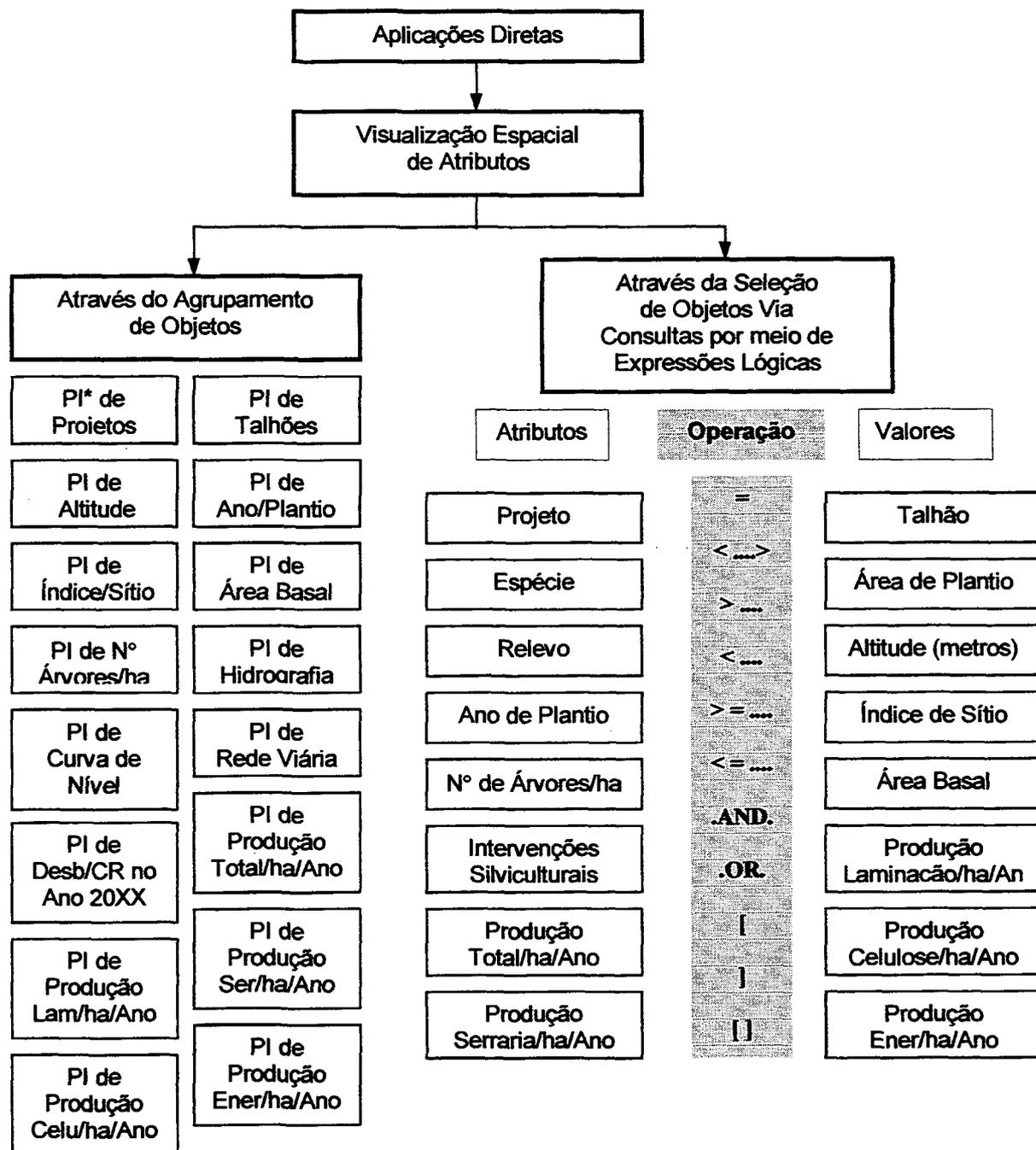
A partir das isolinhas de nível, foi feita a grade triangular (TIN – *Triangular Irregular Network*), através da qual foi gerada a grade regular de declividade

porcentual. Na sequência, fez-se uma classificação, criando-se um plano de informação temático com 5 (cinco) classes de declividade.

Algumas operações de análise espacial foram executadas, utilizando-se da Linguagem espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) do programa SPRING, na intenção de combinar os dados simulados de produção com outras informações de interesse. Para a utilização das ferramentas de análise espacial, alguns dos planos de informação foram espacializados, gerando-se as suas respectivas grades regulares ou modelos numéricos. A figura 10 ilustra outras aplicações que utilizaram operações de programação em LEGAL, bem como ferramentas de análise espacial. Maiores detalhes sobre as operações de análise espacial utilizadas podem ser vistos em MEDEIROS (1999), ou ainda em ASSAD e SANO (1998).

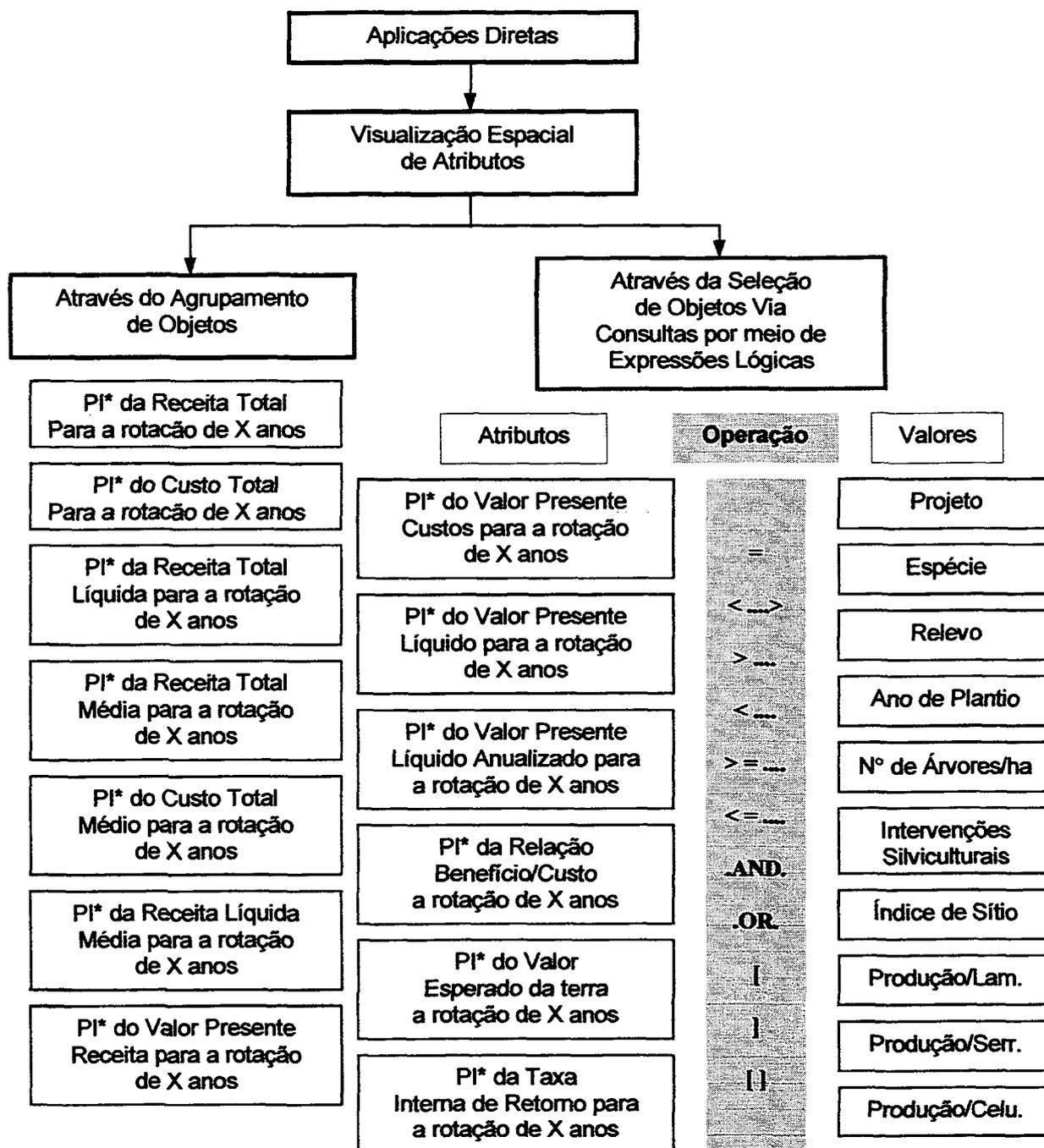
O recurso da consulta espacial através de expressões lógicas é bastante importante quando for necessário obter a rápida seleção e visualização de objetos (em tempo real) que envolvem uma série de atributos, operações e valores.

FIGURA 08 – REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENTES APLICAÇÕES DIRETAS OBTIDAS NO MODELO DE DADOS FORMADO



Obs.: * PI = Plano de Informação

FIGURA 09 – REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENTES APLICAÇÕES DIRETAS OBTIDAS NO MODELO DE DADOS COM A UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS ECONÔMICOS



A seguintes expressões, aplicadas ao planejamento florestal da empresa foram construídas:

Expressão Lógica da Consulta 01: (Comentários)

CG000004 -> FAZENDA = 3 .AND.
 (Separe na tabela CG000004, os talhões que pertencem à fazenda 03;)
CG000004 -> PROJETO = 6 .AND.
 (e que também façam parte do projeto 06;)
CG000004 -> ESPECIE = 'PINUS TAEDA' .AND.
 (e que cuja espécie seja *Pinus taeda*;)

CG000004 -> AREA_PLANTADA > 20 .AND.
 (e que possua uma área plantada de no mínimo 20 hectares;)
CG000004 -> RELEVO = 'PLANO' .OR.
 (e cujo relevo seja plano;)
CG000004 -> RELEVO = 'SUAVE' .AND.
 (ou cujo relevo seja suave;)
CG000004 -> ANO_PLANTIO <= 1979 .AND.
 (e que o plantio seja de 1979 ou anterior;)
CG000004 -> SERR_2002 > 70
 (e que a produção para serraria no ano 2002 seja superior a 70 m³/hectare.)

Expressão Lógica da Consulta 02: (Comentários)

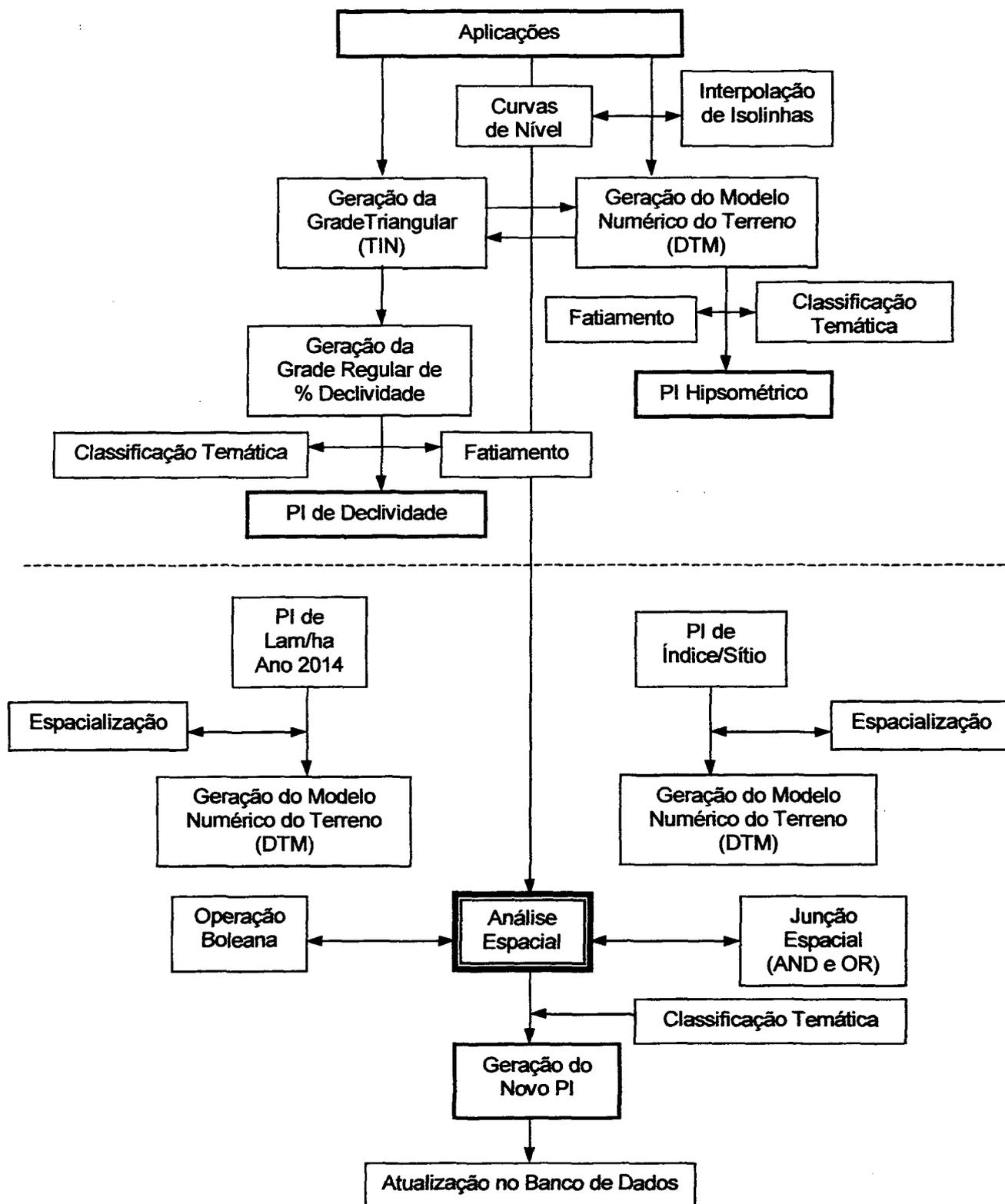
Desb->ANO_2013 = 'CR22' .AND.
 (Separe na tabela Desb, os talhões que tenham previsão de corte raso para o ano 2013;)
CG000004->LAM_2013 >= 160 .AND.
 (e separe na tabela CG000004, aqueles talhões que também tenham uma produção para laminação no ano 2013 igual ou superior a 160 m³/ha;)
CG000004->RELEVO >= 'PLANO' .AND.
 (e cujo relevo seja plano;)
CG000004->ESPECIE >= 'PINUS TAEDA'
 (e cuja espécie seja *Pinus taeda*;)

Expressão Lógica da Consulta 03: (Comentários)

CG000004->ESPECIE = 'PINUS TAEDA' .AND.
 (Separe na tabela CG000004, os talhões cuja espécie seja *Pinus taeda*;)

R22->VAL_PRES_LIQ_NA >= 50
 (e separe na tabela R22, aqueles talhões que também apresentem o parâmetro de avaliação econômica Valor Líquido Presente Anualizado igual ou superior a R\$ 50,00/ha)

FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DAS DIFERENTES APLICAÇÕES OBTIDAS COM USO DA LINGUAGEM ESPAÇO-GEOGRÁFICA E TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL



Em função da grande importância em se relacionar produção com sítio, foram espacializados, como exemplo, os seguintes planos de informação:

- 1) Produção para o sortimento laminação no ano 2014 (m³/ha);
- 2) Índice de sítio (m).

Os seguintes programas foram utilizados, para a espacialização ou formação do modelo numérico representativo dos dois planos de informação:

Programa para a Espacialização da Produção para o Sortimento Laminação no ano 2014 (m³/ha)

```
{
//CONVERSAO DE OBJETOS (CADASTRAL) EM NUMERICO
//GERACAO DE UM MNT A PARTIR DE ATRIBUTO NUMERICO
//DA TABELA DE OBJETOS

//DECLARACOES
Objeto objTAL( "Talhoes" );
Cadastral mapcad ( "Mapa_Talhoes" );
Digital SaiMNT ("MNT");
//RECUPERA O PI CADASTRAL
mapcad = Recupere (Nome = "Talhoes");
//CRIA PI MNT
SaiMNT = Novo (Nome = "LAM_2014", ResX =10, ResY =10, Escala = 20000, Min= 0.0000, Max=
300.0);
// EXECUTA A OPERACAO
SaiMNT = Espacialize ( objTAL."Lam_2014" OnMap mapcad);
}
```

Programa para a Espacialização do Índice de Sítio

```
{
//CONVERSAO DE OBJETOS (CADASTRAL) EM NUMERICO
//GERACAO DE UM MNT A PARTIR DE ATRIBUTO NUMERICO
//DA TABELA DE OBJETOS

//DECLARACOES
Objeto objTAL( "Talhoes" );
Cadastral mapcad ( "Mapa_Talhoes" );
Digital SaiMNT ("MNT");
//RECUPERA O PI CADASTRAL
mapcad = Recupere (Nome = "Talhoes");
//CRIA PI MNT
SaiMNT = Novo (Nome = "INDICE_DE_SITIO", ResX =10, ResY =10, Escala = 20000, Min=
0.0000, Max= 100.0);
// EXECUTA A OPERACAO
SaiMNT = Espacialize ( objTAL."INDICE_DE_SITIO" OnMap mapcad);
}
```

Após a espacialização de ambos os planos de informação, foram definidas as seguintes análises espaciais para a combinação dos planos espacializados:

- 1) Operação Booleana tipo *overlay*;
- 2) Operação de Junção Espacial com variação no uso dos operadores AND e OR

Os seguintes programas foram desenvolvidos, para a análise espacial e formação dos modelos temáticos representativos dos resultados:

Programa para a combinação do Índice de Sítio com a Produção do sortimento Laminação do ano 2014 através da operação Booleana

```
{
//SOBREPOSICAO DO INDICE DE SITIO COM LAMINACAO 2014
//ATRAVES DE OPERACAO BOLEANA COM OPERADOR AND.
Tematico indsit      ("IndSit_tem");
Tematico produc      ("Producao_Lam");
Tematico saida       ("Overlay");
indsit = Recuperar (Nome= "IS");
produc = Recuperar (Nome= "lam_2014");
saida = Novo(Nome= "ISxlam2014", ResX=10, ResY=10, Escala=20000);
// EXECUCAO DA OPERACAO DE SOBREPOSICAO
saida = Atribua (CategoriaFim = "Overlay")
{
"Alto-Alta" : (indsit.Classe == "Alto" .AND. produc.Classe == "Alta"),
"Alto-Moderada" : (indsit.Classe == "Alto" .AND. produc.Classe == "Moderada"),
"Alto-Media" : (indsit.Classe == "Alto" .AND. produc.Classe == "Media"),
"Alto-Baixa" : (indsit.Classe == "Alto" .AND. produc.Classe == "Baixa"),
"Alto-MuitoBaixa" : (indsit.Classe == "Alto" .AND. produc.Classe == "MuitoBaixa"),
"Moderado-Alta" : (indsit.Classe == "Moderado" .AND. produc.Classe == "Alta"),
"Moderado-Moderada" : (indsit.Classe == "Moderado" .AND. produc.Classe == "Moderada"),
"Moderado-Media" : (indsit.Classe == "Moderado" .AND. produc.Classe == "Media"),
"Moderado-Baixa" : (indsit.Classe == "Moderado" .AND. produc.Classe == "Baixa"),
"Moderado-MuitoBaixa" : (indsit.Classe == "Moderado" .AND. produc.Classe == "MuitoBaixa"),
"Medio-Alta" : (indsit.Classe == "Medio" .AND. produc.Classe == "Alta"),
"Medio-Moderada" : (indsit.Classe == "Medio" .AND. produc.Classe == "Moderada"),
"Medio-Media" : (indsit.Classe == "Medio" .AND. produc.Classe == "Media"),
"Medio-Baixa" : (indsit.Classe == "Medio" .AND. produc.Classe == "Baixa"),
"Medio-MuitoBaixa" : (indsit.Classe == "Medio" .AND. produc.Classe == "MuitoBaixa"),
"Baixo-Alta" : (indsit.Classe == "Baixo" .AND. produc.Classe == "Alta"),
"Baixo-Moderada" : (indsit.Classe == "Baixo" .AND. produc.Classe == "Moderada"),
"Baixo-Media" : (indsit.Classe == "Baixo" .AND. produc.Classe == "Media"),
"Baixo-Baixa" : (indsit.Classe == "Baixo" .AND. produc.Classe == "Baixa"),
"Baixo-MuitoBaixa" : (indsit.Classe == "Baixo" .AND. produc.Classe == "MuitoBaixa"),
"MuitoBaixo-Alta" : (indsit.Classe == "MuitoBaixo" .AND. produc.Classe == "Alta"),
"MuitoBaixo-Moderada" : (indsit.Classe == "MuitoBaixo" .AND. produc.Classe == "Moderada"),
"MuitoBaixo-Media" : (indsit.Classe == "MuitoBaixo" .AND. produc.Classe == "Media"),
"MuitoBaixo-Baixa" : (indsit.Classe == "MuitoBaixo" .AND. produc.Classe == "Baixa"),
"MuitoBaixo-MuitoBaixa" : (indsit.Classe == "MuitoBaixo" .AND. produc.Classe ==
"MuitoBaixa")
};
//Fim
}
```

Programa para a combinação do Índice de Sítio com a Produção do sortimento Laminação do ano 2014 através da Junção Espacial (.AND)

```
{
//INTEGRACAO DO INDICE DE SITIO .PRODUCAO LAMINACAO 2014
//ATRAVES DE JUNCAO ESPACIAL COM USO DO OPERADOR .AND.

//DECLARACAO DE VARIAVEIS
Numerico sitio ("MNT");
Numerico produ ("MNT");
Tematico integra ("Producao");
//RECUPERACAO DE GEO-CAMPOS NUMERICOS
sitio = Recupere (Nome= "INDICE_DE_SITIO");
produ = Recupere (Nome= "LAM_2014");
// CRIACAO DO GEO-CAMPO TEMATICO DE VULNERABILIDADE
integra = Novo (Nome= "prod_cls_sitio", ResX=10, ResY=10, Escala=20000);
// EXECUCAO DAS OPERACOES E CRITERIOS PARA JUNCAO ESPACIAL
integra = Atribua
{
"Prod_Alta" : (sitio >=21.0).AND. (produ >240.0),
"Prod_Mode" : (sitio > 19.0 .AND. sitio <=20.0) .AND. (produ > 181.0 .AND. produ <=240.0),
"Prod_Media" : (sitio > 17.0.AND. sitio <=18.0) .AND. (produ > 121.0 .AND. produ <=181.0),
"Prod_Baixa" : (sitio > 16.0 .AND. sitio <=17.0) .AND. (produ > 60.0 .AND. produ <=121.0),
"Prod_MBaixa" : (sitio > 15.0 .AND. sitio <=16.0) .AND. (produ > 0 .AND. produ <=60)
};
// FIM DO PROGRAMA
}
```

Programa para a combinação do Índice de Sítio com a Produção do sortimento Laminação do ano 2014 através da Junção Espacial (.AND e .OR.)

```
{
//INTEGRACAO DO INDICE DE SITIO .PRODUCAO LAMINACAO 2014
//ATRAVES DE JUNCAO ESPACIAL COM USO DOS OPERADORES .AND. E .OR.

//DECLARACAO DE VARIAVEIS
Numerico sitio ("MNT");
Numerico produ ("MNT");
Tematico integra ("Producao");
//RECUPERACAO DE GEO-CAMPOS NUMERICOS
sitio = Recupere (Nome= "INDICE_DE_SITIO");
produ = Recupere (Nome= "LAM_2014");
// CRIACAO DO GEO-CAMPO TEMATICO DE VULNERABILIDADE
integra = Novo (Nome= "prod_cls_sitio", ResX=10, ResY=10, Escala=20000);
// EXECUCAO DAS OPERACOES E CRITERIOS PARA JUNCAO ESPACIAL
integra = Atribua
{
"Prod_Alta" : (sitio >=21.0).OR. (produ >240.0),
"Prod_Mode" : (sitio > 19.0 .AND. sitio <=20.0) .OR. (produ > 181.0 .AND. produ <=240.0),
"Prod_Media" : (sitio > 17.0.AND. sitio <=18.0) .OR. (produ > 121.0 .AND. produ <=181.0),
"Prod_Baixa" : (sitio > 16.0 .AND. sitio <=17.0) .OR. (produ > 60.0 .AND. produ <=121.0),
"Prod_MBaixa" : (sitio > 15.0 .AND. sitio <=16.0) .OR. (produ > 0 .AND. produ <=60)
};
// FIM DO PROGRAMA
}
```

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CASO N° 01

5.1.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A TOPOGRAFIA

Foi observado durante os trabalhos, a necessidade de se manter uma constante comunicação com os executores dos trabalhos de topografia. Para facilitar os trabalhos de georreferenciamento a serem realizados após os levantamentos topográficos, foi verificado que os piquetes bem como os marcos colocados pela equipe de topografia, devem ser identificados em campo através do número do marco ou da estação. Para que isso seja possível os marcos devem ser marcados em campo de forma legível, com tinta que resista algum tempo. Da mesma forma, no mapa, devem ser anotados os respectivos números nos pontos corretos sem que haja dúvida de sua localização. Assim, pode-se evitar enganos no momento da coleta dos pontos de GPS para trabalhos de georreferenciamento.

Outro aspecto importante é nunca deixar os trabalhos de topografia sem acompanhamento adequado em campo, para que as linhas demarcatórias sejam definidas nos locais corretos, na intenção de evitar possíveis erros no momento das definições dessas linhas. Outra questão observada como importante, é que detalhes internos das poligonais, como localização de sedes, estradas internas levantadas pela topografia, áreas de terceiros identificadas dentro destas poligonais, entre outros, sejam também digitalizados para que possam ser ajustados juntamente com estas poligonais sobre o mapa base. Do contrário, podem ser necessários novos trabalhos de georreferenciamento no futuro nestas mesmas áreas.

Sendo possível o recebimento das poligonais medidas em formato digital com extensão .dxf, com os pontos/estações marcadas e numeradas em mapa digital, mais agilidade haverá na sequência para os trabalhos de georreferenciamento.

5.1.2 GEORREFERENCIAMENTO

A partir das plantas topográficas de sistema de referência local e uma equipe de apoio formada por um técnico e o encarregado da área que acompanhou a equipe de topografia, foram feitas as coletas com GPS.

Foi verificado ser bastante prático e operacional percorrer a área a ser georreferenciada com a companhia de alguém que já conhece bem seus limites e marcos de divisa (como por exemplo os encarregados locais de cada fazenda). Isto também devido à agilidade em se encontrar rapidamente os pontos procurados, o que se traduz em minimização de custos diante da estrutura mobilizada para este tipo de trabalho.

O aparelho de GPS utilizado demonstrou ser bastante prático com uso de antena telescópica externa de alcance até 2,40 metros em bastão, e com capacidade para armazenar informações através de um pequeno cadastro pré-programado sem a necessidade de se fazer anotações em campo.

A opção escolhida foi por um aparelho cuja marca é bastante conhecida no mercado mundial, além de que o uso de uma base fixa, apesar de estar a uma distância bem maior que nas outras opções possíveis, faz parte da venda do equipamento, sem maiores custos adicionais.

Decidiu-se então a favor da compra de somente um aparelho receptor para iniciar os trabalhos de georreferenciamento, tão necessários para o prosseguimento dos demais projetos desenvolvidos na empresa.

É importante mencionar que a opção escolhida foi a que melhor se moldou às características e necessidades desta empresa num dado momento.

Foi bastante acertada a decisão e escolha da marca e modelo, tanto é que, hoje já se encontra uma base fixa com direito adquirido para sua utilização quando da compra do equipamento, em Ponta Grossa-PR a cerca de 150 quilômetros.

Houve problemas de recepção do sinal de GPS em áreas muito densas de cobertura florestal, bem como em dias com bastante cobertura de nuvens. Por este motivo, dias claros, de céu aberto, foram mais bem aproveitados neste trabalho.

5.1.3 BASES CARTOGRÁFICAS

Este produto (base cartográfica de apoio com as fazendas da empresa ajustadas ou georreferenciadas) foi um dos pré-requisitos para a implementação do sistema de informações geográficas.

Além da obtenção de um geo-objeto definido na base (a fazenda) como sendo a unidade administrativa menor para o início de trabalhos e gestão administrativa das fazendas, foi trabalhada a idéia de se utilizar um geo-objeto bem menor, definido tanto pelos limites das fazendas ajustadas na base cartográfica, como também pelas informações digitalizadas da base do DSG, tais como estradas primárias, estradas secundárias, rios e linhas de transmissão de energia elétrica. Visitas a campo em conjunto com técnicos da empresa, ratificaram a praticidade de fácil visualização em campo dos domínios desta nova unidade administrativa, bem menor que a fazenda.

A idéia inicial para utilização deste novo geo-objeto, tem no planejamento das operações de manejo de erva-mate o seu primeiro potencial de aplicação.

5.1.4 PRODUÇÃO DO CADASTRO DE DADOS PARA AS FAZENDAS

Esta se mostra uma etapa das mais demoradas e difíceis. No momento em que a empresa ainda está em fase de estabelecimento dos limites de suas fazendas e ainda carente de qualquer informação, não é muito fácil estabelecer quais informações e como serão obtidas em campo.

Mas se ainda se faz necessário pensar nessas informações como suporte de dados para o funcionamento de um sistema de informações ou banco geográfico orientado a objetos, a tarefa fica ainda mais difícil. É preciso imaginar esta informação sendo acessada através de uma visualização por agrupamento, consulta por expressão lógica ou por análise espacial, antes mesmo de definir uma sistemática rotineira de coleta dessas informações.

No estudo de caso n° 01, foi iniciado este processo, para que pelo menos se tivesse uma idéia de quais informações seriam utilizadas para a formação deste cadastro.

Percebeu-se a importância de uma maior objetividade nos dados, para que estes possam ser melhor aproveitados dentro da estrutura do SIG.

Foi iniciando este processo de formação de cadastro, que surgiu a idéia, em campo, de visualizar todas as fazendas com maior quantidade de informação. Como as fazendas apresentavam grande variabilidade e amplitude de áreas, o uso da base cartográfica para a delimitação de geo-objetos menores, os *talhões nativos*, tendem a trazer maior eficiência e controle na gestão das propriedades e suas atividades. Mas para chegar-se a este tipo de informação cadastral, é preciso antes definir uma sistematização de coletas de informações que viabilize este tipo de cadastro. Os trabalhos de manejo da erva-mate apresentam as perspectivas mais próximas e concretas em relação à atualização sistemática de dados cadastrais, por já fazerem parte da rotina de trabalho da empresa para o controle da produção. Por este motivo, torna-se bastante evidente a aplicabilidade do sistema com vistas a um melhor planejamento de suas atividades.

Para finalizar, sabe-se que o sucesso de um SIG, está intimamente relacionado com a qualidade das informações com as quais o sistema é abastecido. As empresas precisam estar atentas para a qualidade de informações que pretendem utilizar no sistema, para que haja maior eficiência e reconhecimento do retorno de seus investimentos.

5.1.5 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS DO CASO Nº 01

O modelo de dados construído apresenta grandes limitações. A maior parte delas em função dos dados alfa-numéricos de que se dispunha, ainda bastante primários devido também à baixa atividade operacional das fazendas, que estão sendo demarcadas e conhecidas. Todavia, esforços direcionados na implementação do cadastro, já estão trazendo benefícios efetivos no conhecimento e na aptidão das áreas.

Em relação à transferência de dados do CAD para o SIG, não houve problemas e há uma perfeita integração e fluxo de dados vetoriais via formato .dxf entre o Maxicad e o SPRING, exceto aqueles já previstos em relação à topologia dos dados.

O banco de dados utilizado neste trabalho foi o Access, tido também como um gerenciador de dados, que se mostra bastante operacional e funcional se integrado ao SIG. Experiências obtidas na rotina de trabalho com bancos de dados orientados a objetos, mesmo que não muito pesados ou carregados, tem comprovado ser bastante prudente manter tanto a base geográfica quanto a base de dados alfa-numérica atualizadas em *backups* CD ou *zipdrive*, já que não é muito difícil corromper a integridade do banco de dados quando se trabalha na edição vetorial ou topológica de objetos, ou quando se altera as tabelas sem conhecimento dos relacionamentos definidos.

5.1.6 APLICAÇÕES DO SIG COMO FERRAMENTA DE SUPORTE ADMINISTRATIVO RURAL E DE MANEJO FLORESTAL

Com vistas para a formação não só de uma cultura do uso dos mapas, mas também a participação do sistema de informações geográficas com suas diversas ferramentas, diretamente nos três pilares que sustentam atualmente a estrutura administrativa da empresa: A gestão administrativa financeira, a gestão operacional e a gestão patrimonial.

Entre outras, as seguintes aplicações diretas foram previstas:

- A possibilidade de visualizar o andamento de atividades como manejo florestal (trabalhos realizados, a realizar, áreas de implantação e extração, áreas de adensamento de espécies nativas como a erva-mate, controle de época de colheita de erva e simulação das colheitas futuras, visualização da produção por unidade administrativa, áreas mais produtivas, áreas com maior ou menor densidade de erva-mate, entre outras);
- Pode-se obter mapas de arrendamentos com a situação presente e futura;

- Possibilidade de visualização de despesas e receitas em todas as unidades administrativas;
- Definição de caminhos customizados para os guardas florestais e sistemas de vigilância;
- Possibilidades ilimitadas com a aplicação de consultas com uso de expressões lógicas e técnicas de análise espacial envolvendo diversos assuntos que possam ser espacializados na forma de mapas.
- Possibilidades futuras de produzir novos dados e coeficientes de produtividade, resultados da integração entre produção e custo, confrontação entre produtividade e procedência de mudas, entre outros.

Os seguintes mapas obtidos no estudo de caso 01 estão no anexo 01:

- Mapa de fazendas
- Mapa de municípios
- Mapa de imóveis
- Mapa de encarregados
- Mapa de salário/encarregados
- Mapa de arrendos
- Mapa de incidência/erva-mate
- Mapa de estado de conservação de cercas
- Mapa de prioridades

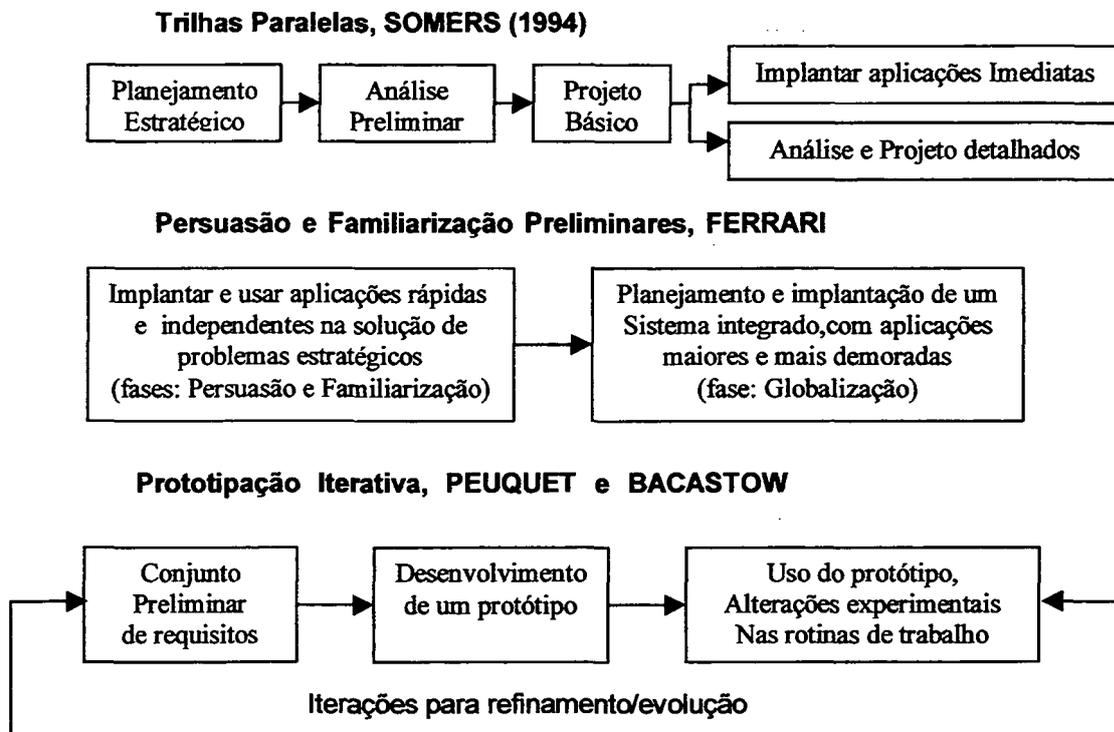
Algumas tentativas bem ou mal sucedidas na implementação de SIGs além da experiência deste trabalho, faz acreditar que a estratégia mais interessante às empresas florestais pode não estar associada a um megaprojeto e a prazos e custos exagerados.

FERRARI e GARCIA¹ (1994), citados por FERRARI (1997), sugeriram a implementação e o uso de aplicações independentes, rápidas, aplicadas a áreas estratégicas de uma empresa para persuasão dos dirigentes e familiarização dos usuários. A figura 11 mostra três estratégias de implementação de SIGs. Esta idéia

¹ FERRARI, R; GARCIA, A. **Proposta de uma estratégia para implantação de SIGs em administrações municipais brasileiras.** Anais do GIS Brasil 94 – I Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento p.31-40. Curitiba PR, 17-21 de outubro de 1994.

citada por FERRARI (1997) de implantar e usar aplicações rápidas e independentes na solução de problemas estratégicos coincide com a idéia deste trabalho, onde nos dois casos específicos, ou seja ambas as empresas tiveram a associação da implementação do SIG com um objetivo específico. No caso 1, a estratégia inicial justifica a utilização do sistema como tecnologia de apoio e suporte à administração de fazendas, portanto um caso específico e independente. Outro exemplo, neste mesmo caso, está intimamente relacionado ao manejo de uma espécie florestal nativa: a erva-mate, onde se percebe bastante aplicabilidade e grande potencial do ponto de vista estratégico a utilização do SIG.

FIGURA 11. COMPARAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE SIGs BASEADO EM ESTUDO DE FERRARI 1996



NOTA: FERRARI, R. Viagem ao SIG: planejamento estratégico, viabilização, implantação e gerenciamento de sistemas de informação geográfica – Curitiba: Sagres, 1997. 174p.

5.2 CASO N° 02

Partindo-se de uma base cartográfica já ajustada, bem como um cadastro atualizado, trabalhou-se diretamente na construção do modelo de dados do SIG e na simulação de produção por sortimento de matéria-prima a partir dos dados de inventário florestal realizado no ano de 1997. Além disso, foi feito o cálculo dos parâmetros de avaliação econômica dos povoamentos considerando rotações econômicas desde os 22 anos até os 30 anos, a partir de dados de custos de implantação dos povoamentos obtidos junto à empresa.

A partir dos dados simulados tanto de produção quanto econômicos, foi possível construir um cenário que permite uma melhor visualização de detalhes inerentes a todo o processo produtivo da empresa que está associado aos geo-objetos pré-determinados, ou seja, os talhões florestais que são as unidades de manejo.

5.2.1 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE DADOS DO CASO N° 02

Dentro da concepção operacional do SIG, o modelo de dados inicial é sempre atualizado dentro de suas categorias e seus vários planos de informação, de forma que novas análises possam gerar não só novos planos de informação e dados para atualização no banco, mas também novas categorias de dados. O processo é bastante dinâmico e se mostra ilimitado e bastante interdependente das ações operacionais realizadas na empresa e da criatividade e massa crítica utilizada à frente do sistema.

Como resultado das análises realizadas, houve uma mudança significativa no modelo de dados original, como mostrado nos quadros 04 e 05.

5.2.2 SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL FUTURA POR SORTIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA COM USO DO PROGRAMA SISPINUS

A partir de dados obtidos em inventário florestal realizado no ano de 1997, e do regime de manejo fictício, procedeu-se as simulações de produção por sortimento desde 1997 até o ano de 2021.

QUADRO 04. MODELO DE DADOS NO INÍCIO DO TRABALHO

CATEGORIA	MODELO	PLANOS DE INFORMAÇÃO
Imagens	Campo Tipo Imagem	- Mosaico_Rec
Mapa_Talhões	Mapa Tipo Cadastral	- Limite_Fazenda - Limite_Talhoes
Altimetria	Campo Tipo MNT	- Curvas_Nível
Hidrografia	Campo Tipo Temático	- Rios
Rede_Viária	Mapa Tipo Rede	- Estradas_Principais
Talhões	Objeto Espacial	

Foi considerado o seguinte regime de manejo ainda bastante tradicional e muito utilizado no sul do país: desbastes aos 08, 12 e 16 anos e o corte final aos 22 anos. Considerando que mudanças devido à questão econômica e mercado, são normais e comuns à política das empresas, foram feitas as simulações de produção para cada talhão, até a idade de 30 anos.

Foram preenchidos os seguintes dados correspondentes a cada geo-objeto (talhão) do sistema mostrado na tabela 02.

Através destes dados de entrada, foram obtidos valores simulados de produção em m³/hectare para quatro sortimentos de mercado utilizados pela empresa. São eles: Produção para laminação, produção para serraria, produção para celulose e produção para energia (tabela 03).

QUADRO 05. MODELO DE DADOS APÓS A PRODUÇÃO DE ALGUNS RESULTADOS

CATEGORIA	MODELO	PLANOS DE INFORMAÇÃO
Imagens	Campo Tipo Imagem	- Mosaico_Rec
Mapa_Talhões	Mapa Tipo Cadastral	- Limite_Fazenda - Limite_Talhoes
MNT	Campo Tipo MNT	- Indice_de_Sitio - Lam_2014 - Declividade_Porc
Produção	Campo Tipo Temático	- Lam_2014 - Indice_Sitio
Hipsometria20	Campo Tipo Temático	- Mapa_Hipsometrico20 - Mapa_Hipsometrico20_Rec
Hipsometria50	Campo Tipo Temático	- Mapa_Hipsometrico50 - Mapa_Hipsometrico50_Rec
Declividade	Campo Tipo Temático	- Decliv_Tem
Indice_Sitio	Campo Tipo Temático	- Indice_Sitio
Tab_Ext1 (Desb)	Objeto Tipo Não-Espacial	
Tab_Ext2 (R22)	Objeto Tipo Não-Espacial	
Tab_Ext3 (R23)	Objeto Tipo Não-Espacial	
Tab_Ext4 (R24)	Objeto Tipo Não-Espacial	
Tab_Ext5 (R25)	Objeto Tipo Não-Espacial	
Overlay	Campo Tipo Temático	- Indice_SitioxLam_2014
Produção	Campo Tipo Temático	- Indice_Sitio_cls - Lam_2014_cls - Prod_cls
Máscara_Limite	Campo Tipo Temático	- Mascara
Altimetria	Campo Tipo MNT	- Curvas_Nivel
Hidrografia	Campo Tipo Temático	- Rios
Rede_Viária	Mapa Tipo Rede	- Estradas_Principais
Talhões	Objeto Tipo Espacial	

TABELA 02. EXEMPLO DOS DADOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL UTILIZADOS COMO ENTRADA NO SIMULADOR SISPINUS

TALHÃO	129 ^A
- Pinus (<i>taeda</i> ou <i>elliottii</i>) - Eucalyptus - Talhão experimental	<i>Pinus taeda</i>
- Ano de Plantio	1990
- Idade Atual	07 anos
- Altura Dominante	9,2 m
- Índice de Sítio (na idade índice 15 anos)	18,0 m
- N° de árvores plantadas/ha (p/ povoamentos jovens)	N = 1757 árv/ha
- N° de árvores/ha em determinada idade ou	G = 29,5 m ²
- N° de árvores/ha área basal em determinada idade	
- % Inicial de Sobrevivência	95 %
- Idade para início e idade para término da simulação	06 anos – 30 anos
- Idade do primeiro (próximo) desbaste	08 anos
- Desbaste a ser simulado (Sistemático, Seletivo ou misto)	Sistemático na 5ª fila e/ou Seletivo fixando N/ha = 1200
- Idade do próximo desbaste	12 anos
- Tipo de desbaste	Seletivo fixando N/ha = 600
- Idade do próximo desbaste	16 anos
- Tipo de desbaste	Seletivo fixando N/ha = 300
- Dimensões de Toras e Sortimento	Sort. Compr. Diâm. Mín.
	Lam. 2,40 m 25,00 cm
	Serr. 2,40 m 18,00 cm
	Celu. 1,20 m 8,00 cm

TABELA 03. EXEMPLO DE DADOS DE PRODUÇÃO DE UM POVOAMENTO SIMULADOS POR SORTIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA

	Ano (Retorno)	Laminação (m ³ /ha)	Serraria (m ³ /ha)	Celulose (m ³ /ha)	Energia (m ³ /ha)	Total (m ³ /ha)
8 anos (1° desb.)	1998	0,0	6,4	24,5	7,0	37,9
12 anos (2° desb.)	2002	0,0	17,9	54,9	6,2	79,0
16 anos (3° desb.)	2006	4,5	62,8	25,3	3,2	95,9
22 anos (Corte Final)	2012	140,8	89,6	18,0	3,4	251,8
23 anos ou	2013	159,1	88,1	19,5	3,5	270,1
24 anos ou	2014	175,7	90,0	19,1	3,3	288,2
25 anos ou Regime	2015	191,8	92,0	19,0	3,3	306,0
26 anos ou Econôm.	2016	207,4	94,4	18,5	3,4	323,8
27 anos ou (estoque)	2017	223,8	94,5	19,1	3,3	340,7
28 anos ou	2018	249,2	86,5	17,8	3,4	356,9
29 anos ou	2019	261,9	86,6	19,8	3,2	371,5
30 anos	2020	270,5	88,7	19,4	3,4	382,0

5.2.3 CÁLCULO DOS PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS POVOAMENTOS PARA ROTAÇÕES DE 22 A 30 ANOS COM USO DO SISTEMA PLANIN

Para mostrar que o potencial de trabalho do sistema de informações ultrapassa os limites das questões estritamente técnicas e atinge também o campo econômico, foi feito o cálculo de parâmetros importantes para a análise econômica dos povoamentos da área de estudo com base nos custos de implementação e manutenção bem como preços de madeira cedidos pela PISA Florestal S/A (tabela 04 e tabela 05), utilizando-se o sistema PLANIN.

A utilização do sistema PLANIN, assim como o sistema SISPINUS ou outros simuladores, mostra-se inteiramente adequada tendo seus dados (Tabela 06) integrados ao sistema de informações. Desta forma, muitas empresas do ramo, que já utilizam estes sistemas ou outros similares, podem integrar seus resultados ao SIG sem que haja uma necessidade condicional de programar estas simulações dentro do sistema. Maiores vantagens são observadas utilizando-se das ferramentas do SIG como agrupamento, consulta ou análise destes dados com outros dados espaciais e não espaciais, no intuito de produzir novas informações, bem como visualizá-las espacialmente.

TABELA 04. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE POVOAMENTOS DE *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* PARA ENTRADA NO PLANIN

Atividades/Custos	RS	Atividades/Custos	RS
1. Implantação (ha)	461,86	11. Outros (ha)	0,00
2. Corte (m ³)	2,51	12. Custo da Terra (ha)	0,00
3. Desgalhamento (m ³)	0,46	13. Manutenção no ano 1 (ha)	119,42
4. Extração (m ³)	2,56	14. Manutenção no ano 2 (ha)	95,15
5. Traçamento (m ³)	0,41	15. Manutenção no ano 3 (ha)	38,54
6. Carregamento (m ³)	1,84	16. Proteção no ano 1 (ha)	28,24
7. Transporte (m ³)	5,75	17. Proteção no ano 2 (ha)	28,24
8. Descarregamento (m ³)	1,80	18. Proteção no ano 3 (ha)	28,24
9. Administração (ha)	80,08	19. Custo de Poda (ha)	12,00
10. Outros (m ³)	0,00		0,00

TABELA 05. PREÇOS DE MADEIRA POR SORTIMENTO DE *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* UTILIZADOS PARA ENTRADA NO PLANIN

Preços de Madeira por Sortimento	R\$
1. Laminação (m ³)	37,60
2. Serraria(m ³)	32,75
3. Celulose (m ³)	21,50
4. Energia/Restante (m ³)	18,00

TABELA 06. RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICA OBTIDA PARA O TALHÃO 136B PARA A ROTAÇÃO DE 22 ANOS

Análise Econômica do Talhão 136B	R\$
1. Receita Total (ha)	22.754,05
2. Custo Total (ha)	13.494,91
3. Receita Total Líquida (ha)	9.259,14
4. Receita Total Média (ha)	1.034,28
5. Custo Total Médio (ha)	613,41
6. Receita Líquida Média (ha)	420,87
7. Valor Presente Receita (ha)	5.896,27
8. Valor Presente dos Custos (ha)	4.617,96
9. Valor Presente Líquido (ha)	1.278,31
10. Valor Presente Líquido Anualizado (ha)	125,32
11. Relação Benefício/Custo	1,28
12. Valor Esperado da Terra	1.566,44
13. Taxa Interna de Retorno	12,90

5.2.4 APLICAÇÕES

Inicialmente, tendo o banco de dados alfanumérico associado à base cartográfica da fazenda, foram obtidos vários planos de informação que originaram mapas temáticos gerados a partir da espacialização de atributos do banco de dados por agrupamento de objetos, e trabalhados nos módulos independentes SCARTA/IPLOT, utilizados na confecção dos mapas e impressão. Uma das mais recentes atualizações do sistema SPRING se refere exatamente à capacidade de gerar planos de informação a partir das tabelas resultantes de consultas e agrupamentos. Este avanço coloca o SPRING efetivamente no mercado profissional dos sistemas de informações geográficas, pois permite que qualquer atributo do banco de dados bem como análises produzidas sejam armazenadas como planos de informação contendo informações temáticas ou numéricas.

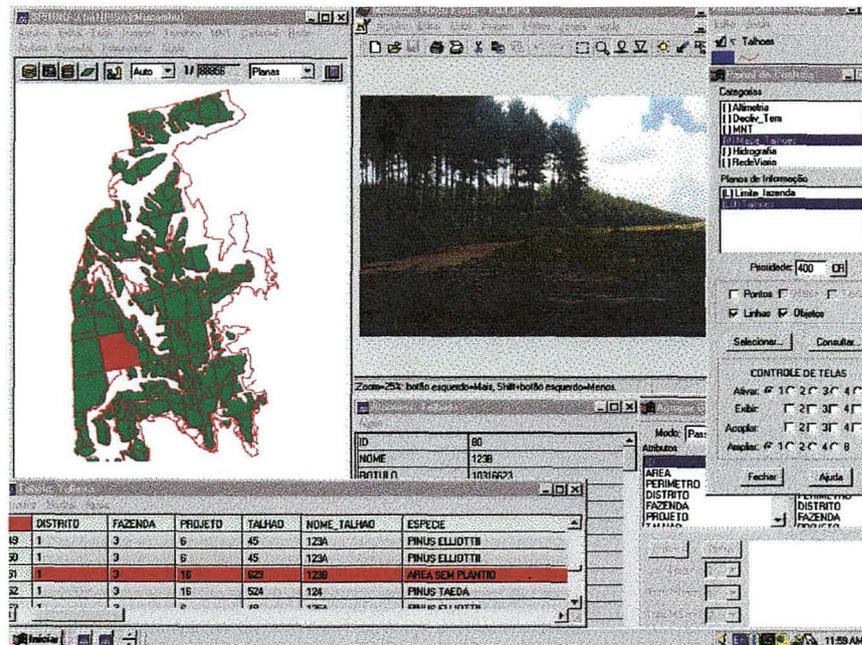
Desta forma, foram obtidos os seguintes mapas temáticos, apresentados na sequência, no anexo 02, em formato A4:

- Mapa de talhões da fazenda
- Mapa de projetos
- Mapa de altitudes médias
- Mapa de ano de plantio
- Mapa de índice de sítio
- Mapa de área basal média
- Mapa do número de árvores por hectare
- Mapa de rede viária e hidrografia
- Mapa de curvas de nível
- Mapa hipsométrico de 20 em 20 metros
- Mapa hipsométrico de 50 em 50 metros
- Mapa de declividades
- Mapa de uso do solo
- Mapa do programa de corte para 1997
- Mapa do programa de corte para 1998
- Mapa do programa de corte para 1999
- Mapa do programa de corte para 2000
- Mapa do programa de corte para 2002
- Mapa do programa de corte para 2003
- Mapa do programa de corte para 2006
- Mapa do programa de corte para 2007
- Mapa do programa de corte para 2012
- Mapa do programa de corte para 2013
- Mapa de produção total por hectare em 2012
- Mapa de produção para laminação por hectare no ano
- Mapa de produção para serraria por hectare no ano 2012
- Mapa de produção para celulose por hectare no ano 2012
- Mapa de produção para energia por hectare no ano simulado

- Mapa da receita total na rotação de 22 anos
- Mapa do custo total na rotação de 22 anos
- Mapa da receita total líquida na rotação de 22 anos
- Mapa da receita total média na rotação de 22 anos
- Mapa do custo total médio na rotação de 22 anos
- Mapa da receita líquida média na rotação de 22 anos
- Mapa do valor presente receita na rotação de 22 anos
- Mapa de valor presente dos custos na rotação de 22 anos
- Mapa do valor presente líquido na rotação de 22 anos
- Mapa do valor presente líquido anualizado na rotação de 22 anos
- Mapa de relação benefício/custo na rotação de 22 anos
- Mapa do valor esperado da terra na rotação de 22 anos
- Mapa da taxa interna de retorno para a rotação de 22 anos
- Mapa da reclassificação do índice de sítio após a espacialização ou geração do modelo numérico
- Mapa da reclassificação da produção para o sortimento laminação no ano 2014 após a espacialização
- Mapa resultante da operação de junção espacial entre o índice de sítio e a produção para o sortimento laminação no ano 2014

A próxima etapa do trabalho foi a visualização de atributos do banco de dados através da seleção de objetos via consultas por meio de expressões lógicas. Neste caso, a rápida seleção de objetos com uso de expressões matemáticas, mostrou bastante operacionalidade em tempo real considerando a importância para a empresa, dos atributos envolvendo o manejo florestal e econômico utilizados nas consultas. As figuras 12 e 13 apresentam o resultado espacial de algumas destas operações.

FIGURA 12. EXEMPLO DE OPERAÇÃO EXIBINDO O RESULTADO DE UMA CONSULTA AOS DADOS DE UM TALHÃO



A geração das grades regular e triangular através das isolinhas de nível foi possível através da interpolação das linhas (figura 14). Foram gerados a partir das grades regular e triangular (TIN) respectivamente, os planos de informação hipsométrico e de declividade.

As ferramentas de análise espacial utilizadas na combinação dos planos de informação Produção de Laminação (m^3/ha) no ano 2014 com o plano de informação Índice de Sítio, mostraram-se eficientes, sendo observadas as vantagens no uso da junção espacial em relação à operação booleana de *overlay* devido principalmente à maior liberdade de atribuição de critérios para a determinação dos intervalos de classe.

Os mapas obtidos de acordo com as classificações definidas pelas análises realizadas estão no anexo 02, mapas 42, 43 e 44.

FIGURA 13. OPERAÇÃO EXIBINDO O RESULTADO DA SEGUINTE CONSULTA: SEPARE OS TALHÕES QUE POSSUEM PLANTIOS DE *Pinus taeda* EM ÁREAS DE RELEVO PLANO, E QUE TERÃO UMA PRODUÇÃO MÍNIMA DE 200 METROS CÚBICOS DE MADEIRA PARA O SORTIMENTO LAMINAÇÃO NO ANO 2018.

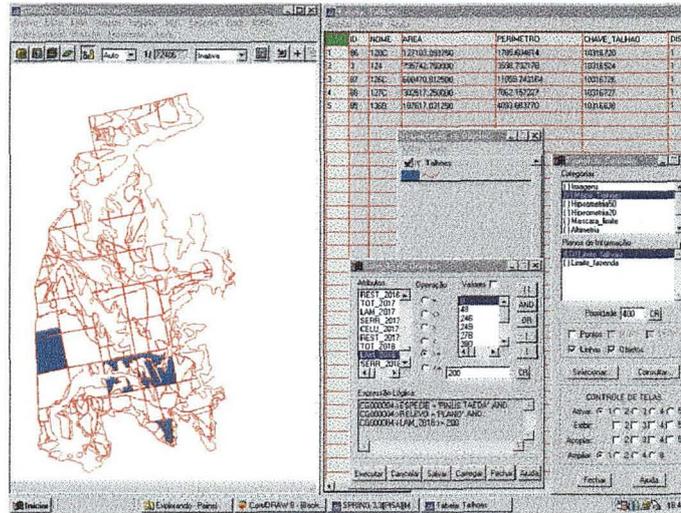
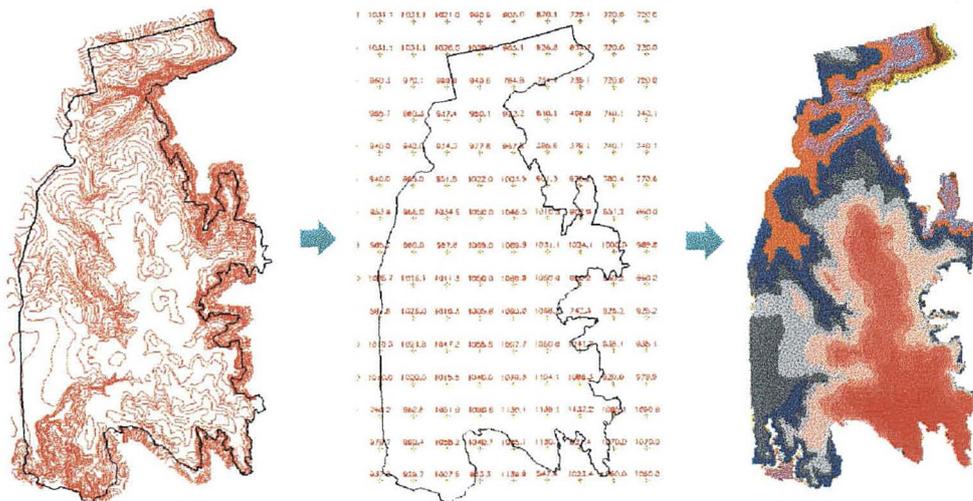


FIGURA 14. GERAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO DO TERRENO NA ÁREA DO ESTUDO A PARTIR DE ISOLINHAS OU CURVAS DE NÍVEL E GERAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DA HIPSOMETRIA EM CLASSES DE 20 EM 20 METROS



6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme os objetivos propostos no presente trabalho, e após uma análise dos resultados obtidos, conclui-se que:

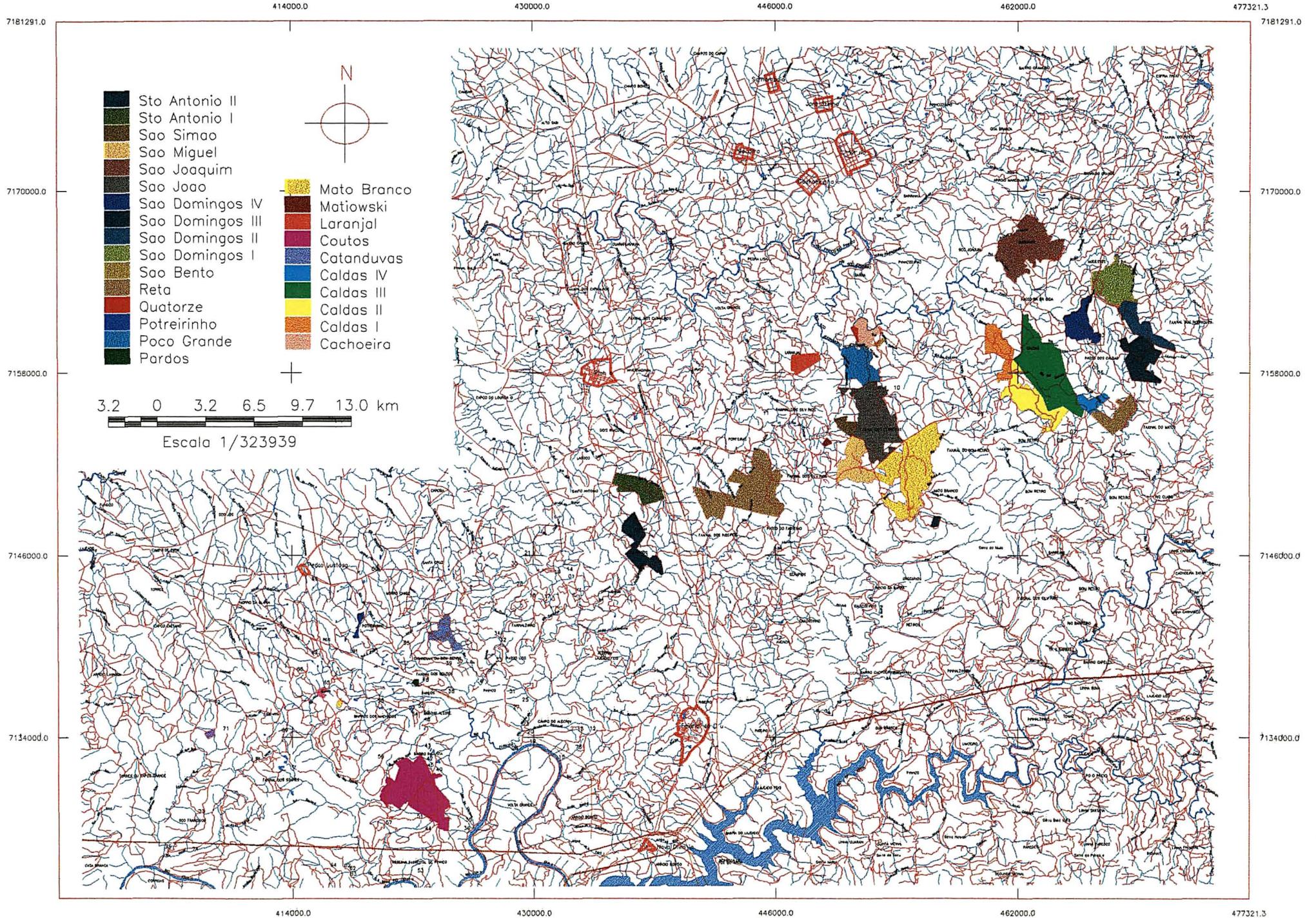
- Algumas ferramentas da geotecnologia, tais como topografia, GPS e base cartográfica mostram-se importantes dentro da organização e estruturação de um banco de dados espacial;
- A qualidade dos levantamentos topográficos é o ponto de partida para todos os demais trabalhos de implementação do banco geográfico e pode ser verificada nos trabalhos de georreferenciamento;
- É importante um planejamento para as etapas de georreferenciamento, evitando erros de localização em campo;
- A precisão dos trabalhos de georreferenciamento mostra-se adequada utilizando-se de apenas um equipamento semi-cadastral com uso de base fixa para correção diferencial a cerca de 400 km de distância;
- Dentro das perspectivas esperadas, o uso da base fixa à distância com direito adquirido na compra do equipamento traz bons resultados;
- A integração entre o CAD (Maxicad 16) e o SIG (Spring 3.4a1) é satisfatória sendo que todos os dados vetoriais e tipo texto tiveram fácil migração entre os sistemas;
- O cadastro é um dos principais pré-requisitos para a estruturação de um sistema de informações geográficas em uma empresa florestal, mas com um cadastro simples de dados, seja administrativo rural ou de manejo florestal, já é possível implementar um modelo de dados eficiente;
- O estudo de caso 1 demonstra ótimas perspectivas de utilização do sistema, na medida em que se desenvolva um maior número de atividades operacionais nas fazendas da empresa;
- Ainda no estudo de caso 1 há grandes possibilidades de integrar informações contábeis e administrativas ao modelo de dados do SIG;

- O sistema SPRING apresenta características em seu modelo de dados que permitem manipular diversos tipos de informações de forma bastante educativa e prática, além de ser ao mesmo tempo um programa profissional;
- A integração do sistema SPRING com os sistemas SISPINUS e PLANIN no estudo de caso 2 mostrou-se bastante promissora, na medida em que os dados simulados por estes dois sistemas são facilmente integrados ao banco de dados do SPRING;
- Muitas outras informações poderão ser obtidas na forma espacial na medida em que haja uma combinação de informações através de outras ferramentas de análise do SIG;
- O SIG construído com base no SPRING e no sistema ACCESS apresenta ótimo desempenho tanto como suporte administrativo rural quanto para questões que envolvam o manejo florestal propriamente dito;
- Os trabalhos de implementação de sistemas de informação geográfica exigem conceitos teóricos e vivência prática fundamentais que abrangem diversas geotecnologias o que torna a massa crítica mais importante que equipamentos e softwares no processo geral de absorção desta cultura de informação por parte da empresa, recomenda-se portanto, investimento e valorização do(s) profissional(ais) envolvidos;
- Recomenda-se que, para o estudo de caso 1, na medida em que haja um desenvolvimento dos trabalhos e um controle administrativo mais detalhado, ou seja, de sub-unidades administrativas menores, novos geo-objetos sejam estabelecidos;
- A integração do sistema SPRING com os sistemas SISPINUS e PLANIN foi possível, no estudo de caso 2, após a edição e formatação dos resultados simulados por estes sistemas. Recomenda-se que, à medida que estes programas tenham suas versões atualizadas para o ambiente windows, esta integração e alimentação de dados possa ser automatizada na sua disposição funcional dos dados.

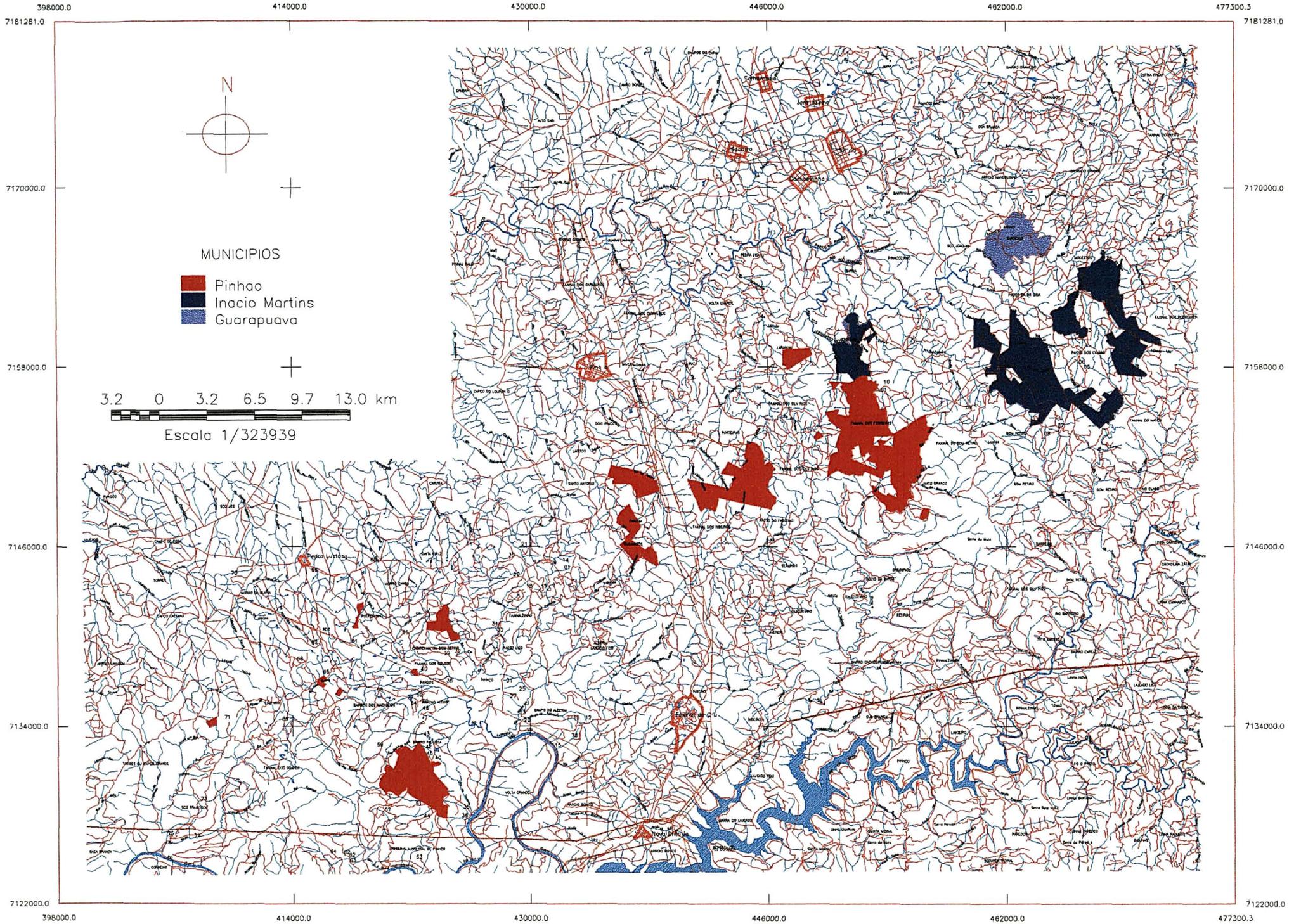
ANEXO 01: MAPAS DO ESTUDO DE CASO 01

	Pág.
MAPA 01 – FAZENDAS	92
MAPA 02 – MUNICÍPIOS	93
MAPA 03 – IMÓVEIS	94
MAPA 04 – ENCARREGADOS	95
MAPA 05 – SALÁRIO/ENCARREGADOS	96
MAPA 06 – ARRENDOS	97
MAPA 07 – INCIDÊNCIA DE ERVA-MATE	98
MAPA 08 – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE CERCAS	99
MAPA 09 – PRIORIDADES	100

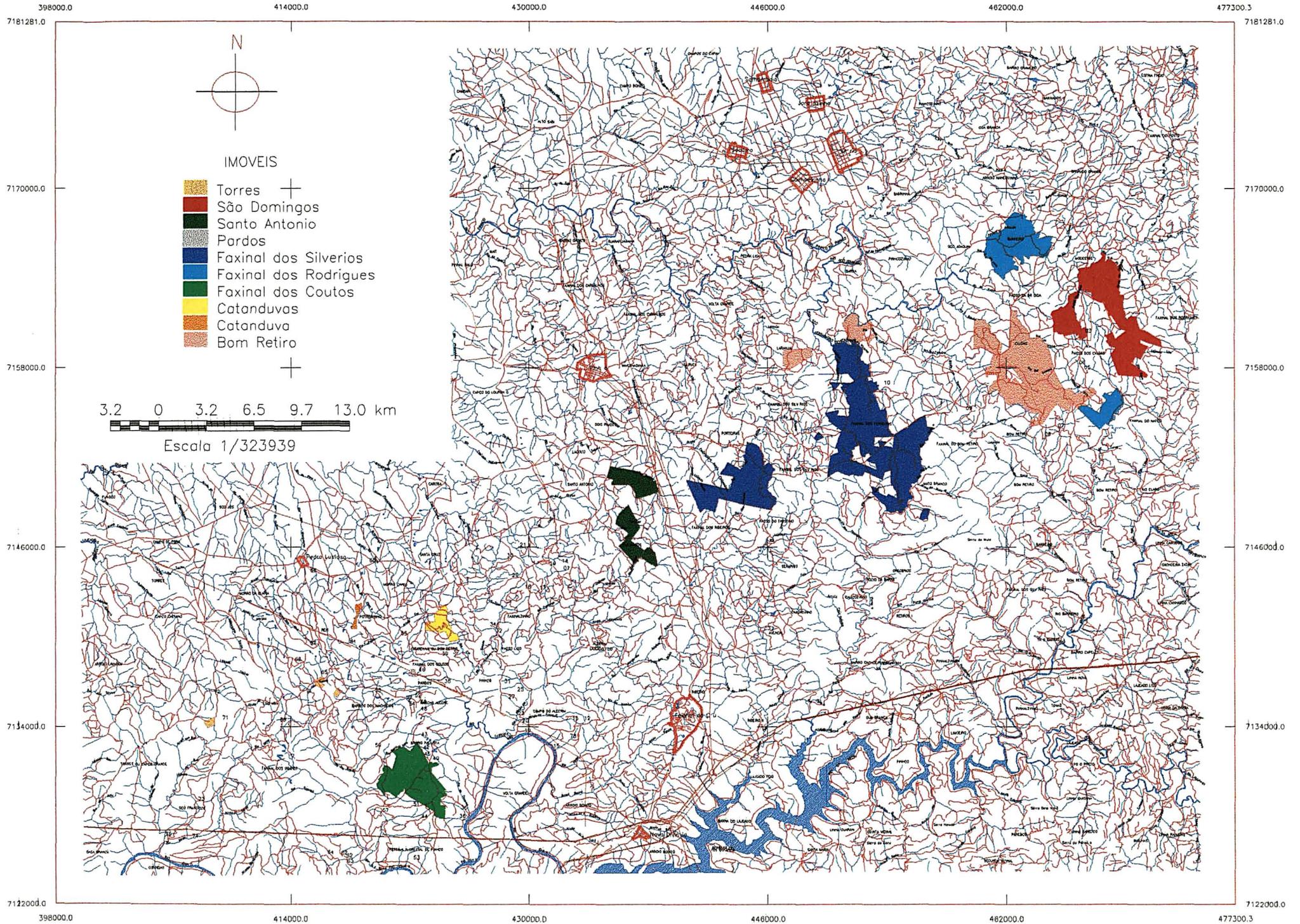
MAPA – FAZENDAS



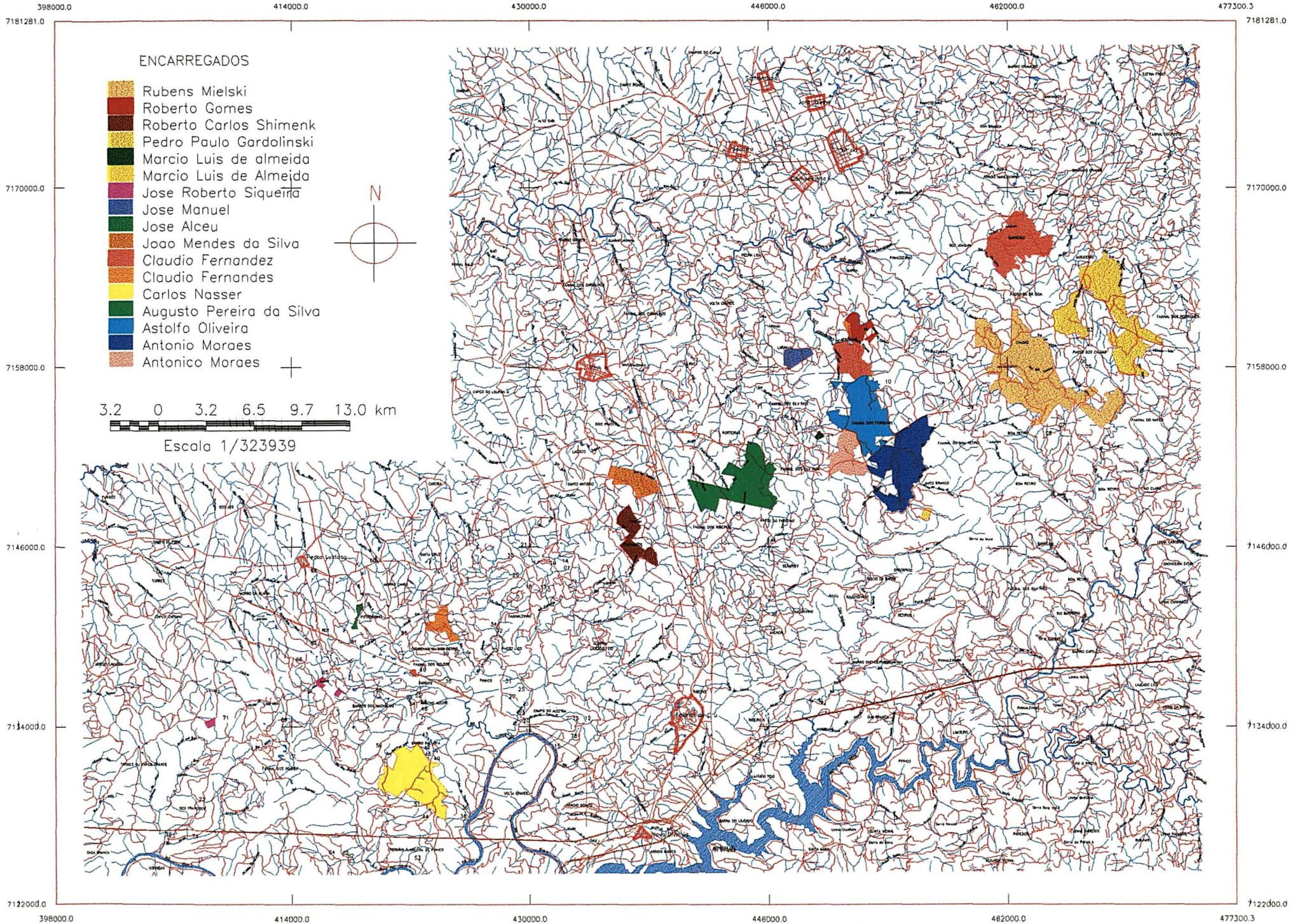
MAPA - MUNICIPIOS



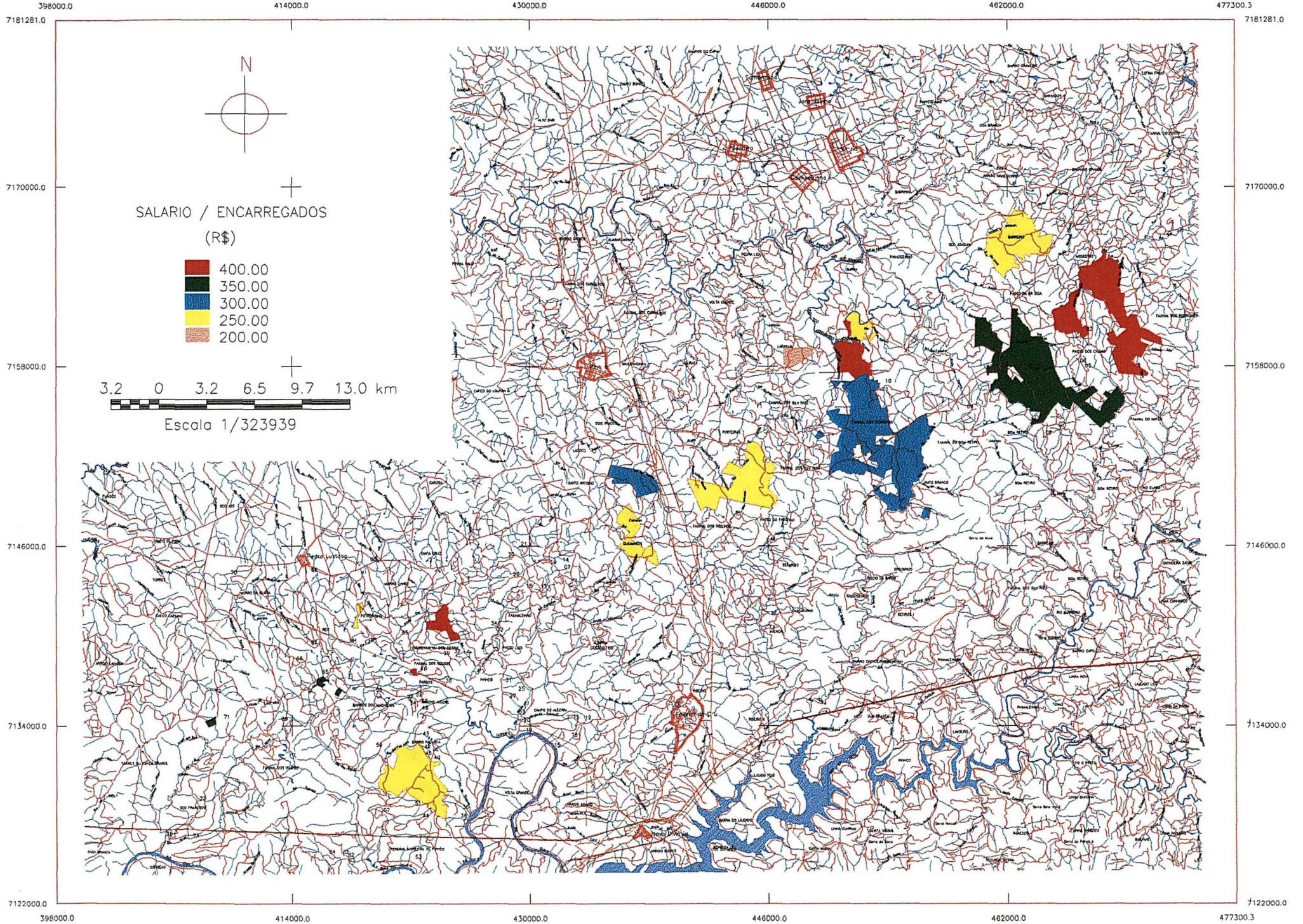
MAPA – IMOVEIS



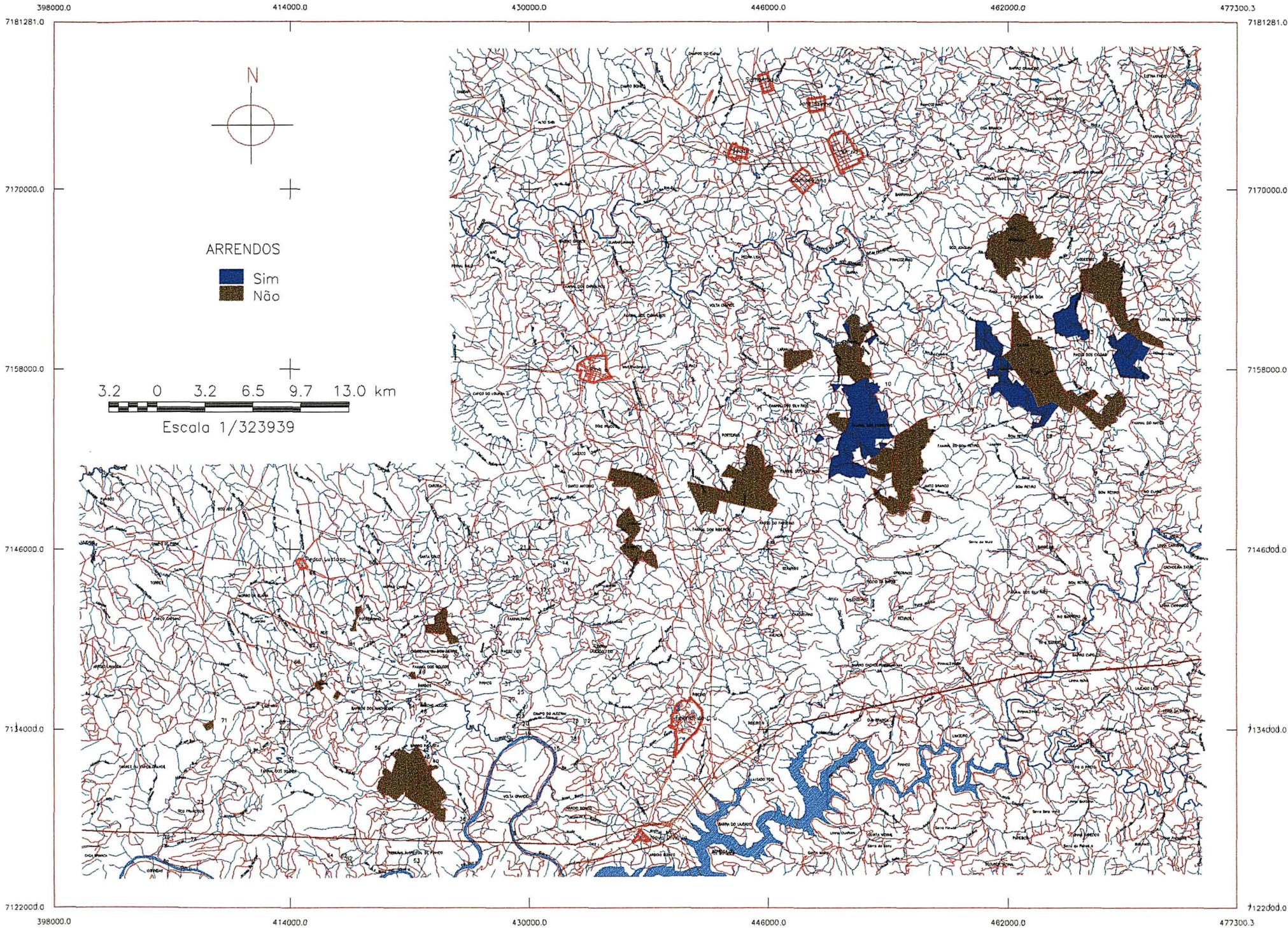
MAPA – ENCARREGADOS



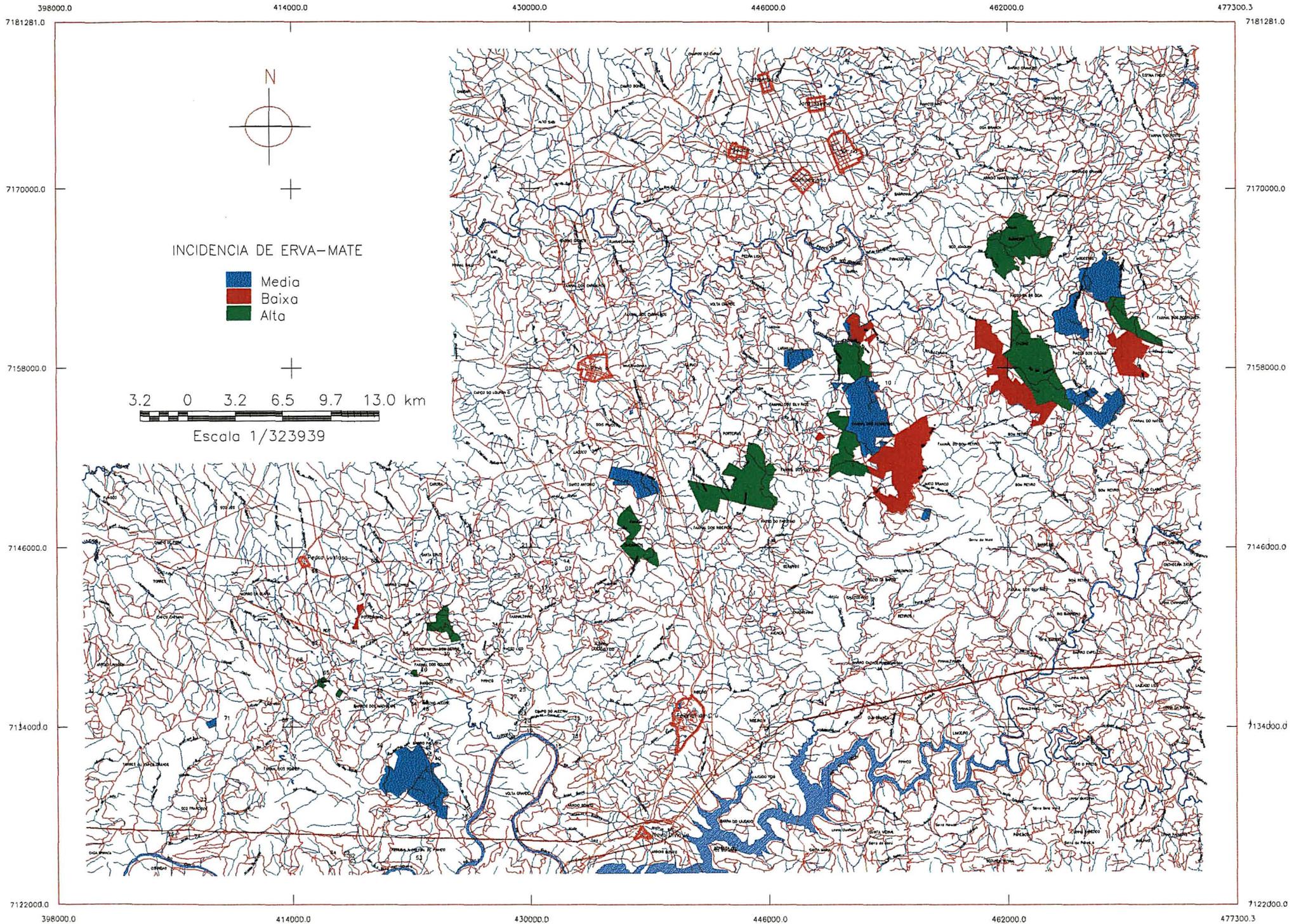
MAPA – SALARIOS DOS ENCARREGADOS



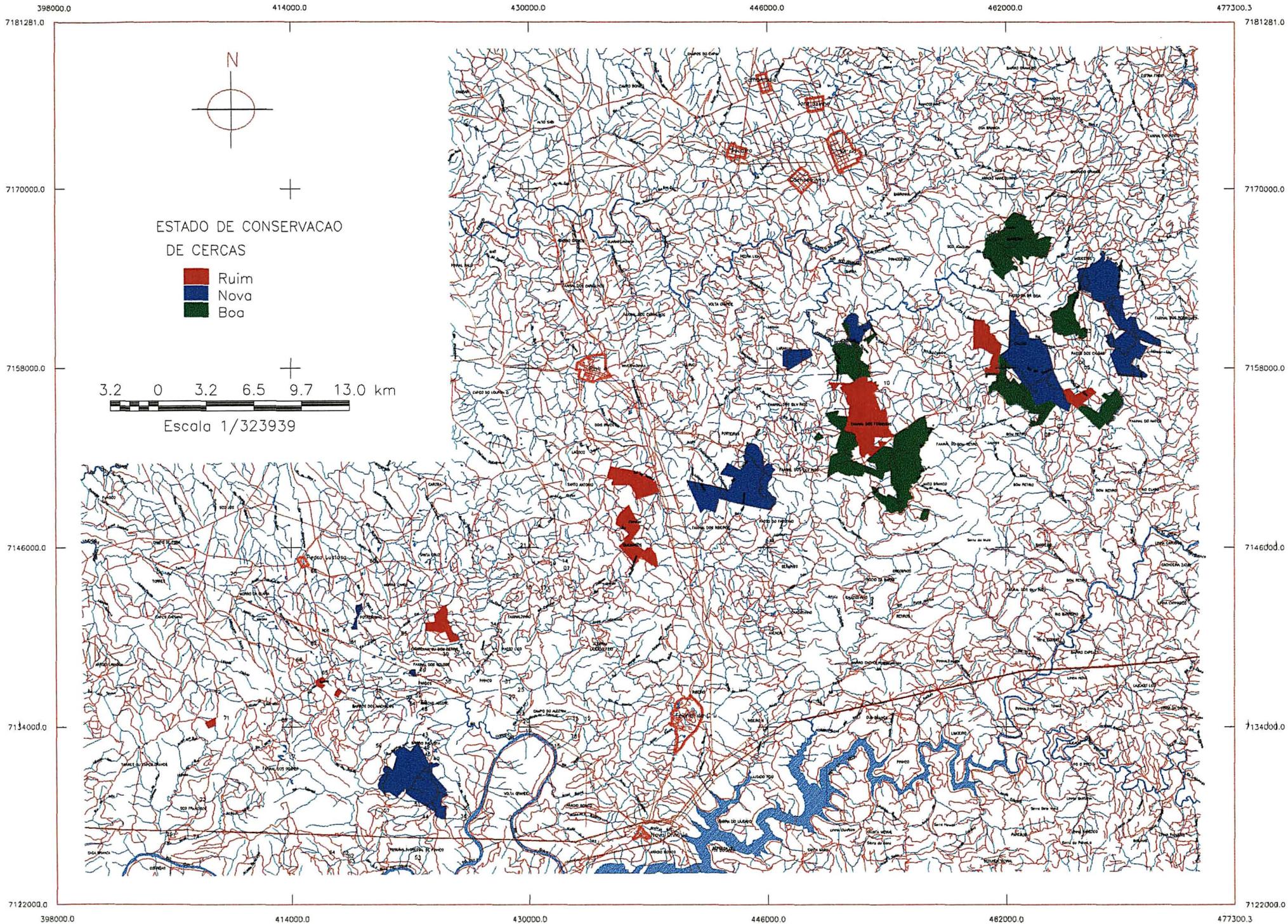
MAPA – ARRENDOS



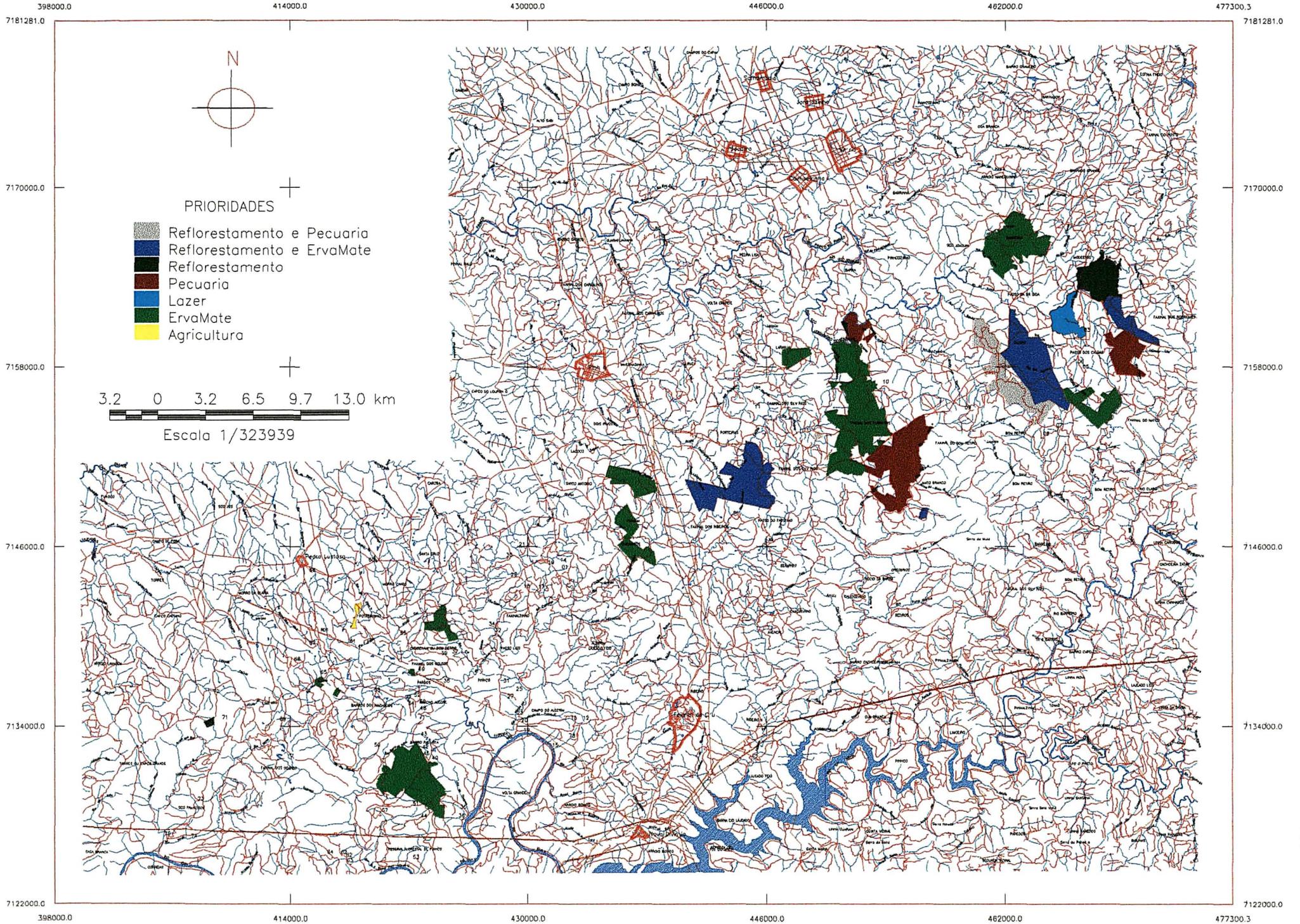
MAPA – INCIDENCIA DE ERVA-MATE



MAPA – ESTADO DE CONSERVACAO DE CERCAS



MAPA – PRIORIDADES

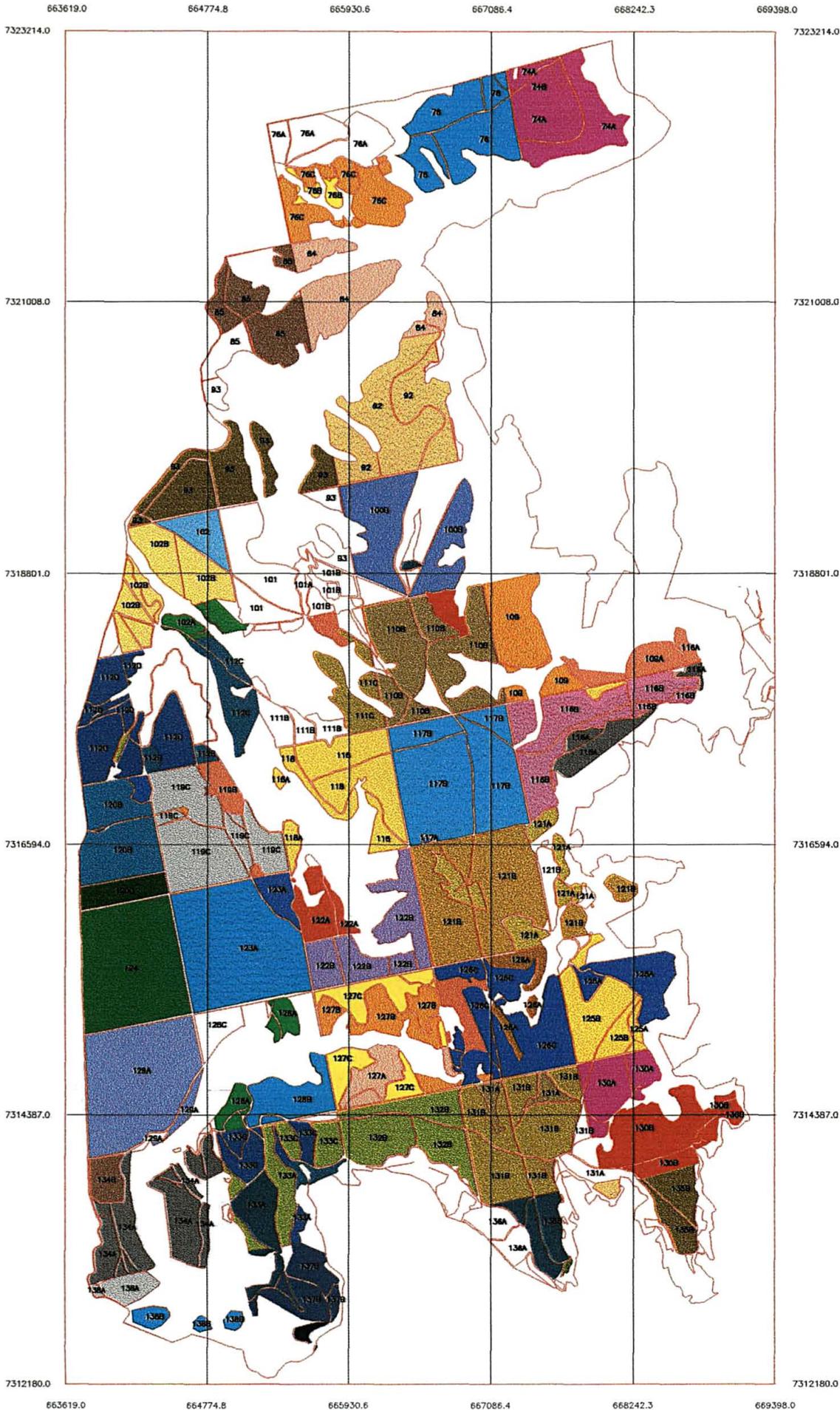


ANEXO 02: MAPAS DO ESTUDO DE CASO 02

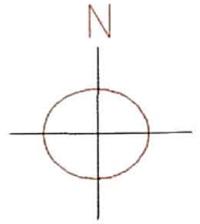
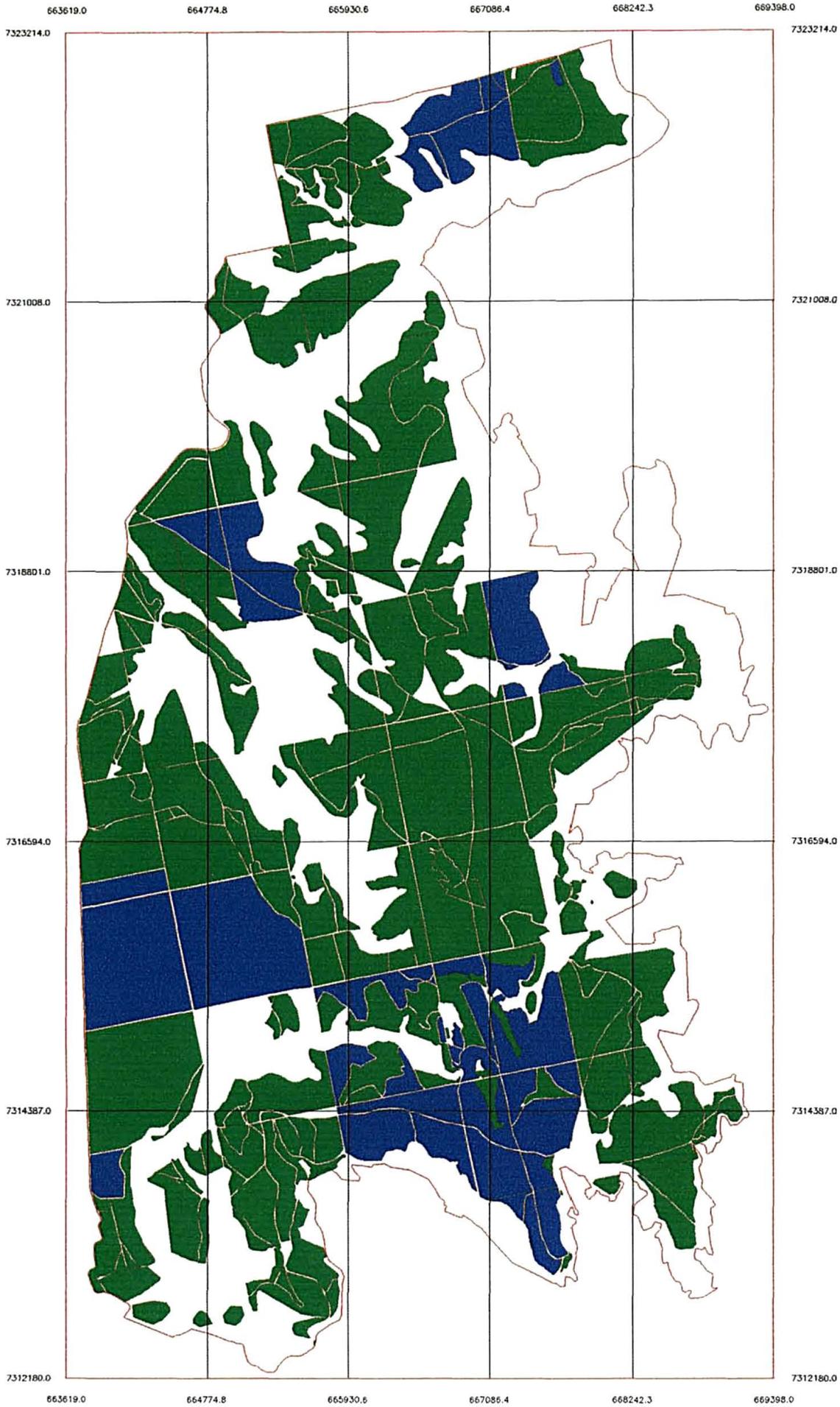
	Pág.
MAPA 01 – TALHÕES DA FAZENDA	103
MAPA 02 – PROJETOS	104
MAPA 03 – ALTITUDES MÉDIAS	105
MAPA 04 – ANO DE PLANTIO	106
MAPA 05 – ÍNDICE DE SÍTIO	107
MAPA 06 – ÁREA BASAL MÉDIA	108
MAPA 07 – NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE	109
MAPA 08 – REDE VIÁRIA E HIDROGRAFIA	110
MAPA 09 – CURVAS DE NÍVEL	111
MAPA 10 – HIPSOMÉTRICO DE 20 EM 20 METROS	112
MAPA 11 – HIPSOMÉTRICO DE 50 EM 50 METROS	113
MAPA 12 – DECLIVIDADES	114
MAPA 13 – USO DO SOLO	115
MAPA 14 – PROGRAMA DE CORTE PARA 1997	116
MAPA 15 – PROGRAMA DE CORTE PARA 1998	117
MAPA 16 – PROGRAMA DE CORTE PARA 1999	118
MAPA 17 – PROGRAMA DE CORTE PARA 2000	119
MAPA 18 – PROGRAMA DE CORTE PARA 2002	120
MAPA 19 – PROGRAMA DE CORTE PARA 2003	121
MAPA 20 – PROGRAMA DE CORTE PARA 2006	122
MAPA 21 – PROGRAMA DE CORTE PARA 2007	123
MAPA 22 – PROGRAMA DE CORTE PARA 2012	124
MAPA 23 – PROGRAMA DE CORTE PARA 2013	125
MAPA 24 – PRODUÇÃO TOTAL POR HECTARE EM 2012	126
MAPA 25 – PRODUÇÃO PARA LAMINAÇÃO POR HECTARE EM 2012	127
MAPA 26 – PRODUÇÃO PARA SERRARIA POR HECTARE EM 2012	128
MAPA 27 – PRODUÇÃO PARA CELULOSE POR HECTARE EM 2012	129
MAPA 28 – PRODUÇÃO PARA ENERGIA POR HECTARE EM 2012	130

MAPA 29 – RECEITA TOTAL NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	131
MAPA 30 – CUSTO TOTAL NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	132
MAPA 31 – RECEITA TOTAL LÍQUIDA NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	133
MAPA 32 – RECEITA TOTAL MÉDIA NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	134
MAPA 33 – CUSTO TOTAL MÉDIO NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	135
MAPA 34 – RECEITA LÍQUIDA MÉDIA NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	136
MAPA 35 – VALOR PRESENTE RECEITA NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	137
MAPA 36 – VALOR PRESENTE DOS CUSTOS NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	138
MAPA 37 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	139
MAPA 38 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO ANUALIZADO NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	140
MAPA 39 – RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	141
MAPA 40 – VALOR ESPERADO DA TERRA NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	142
MAPA 41 – TAXA INTERNA DE RETORNO NA ROTAÇÃO DE 22 ANOS	143
MAPA 42 – RECLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE SÍTIO APÓS A ESPACIALIZAÇÃO OU GERAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO	144
MAPA 43 – RECLASSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO PARA O SORTIMENTO LAMINAÇÃO NO ANO 2014	145
MAPA 44 – MAPA RESULTANTE DA OPERAÇÃO DE JUNÇÃO ESPACIAL ENTRE O ÍNDICE DE SÍTIO E A PRODUÇÃO PARA O SORTIMENTO LAMINAÇÃO NO ANO 2014	146

MAPA – TALHOES



MAPA – PROJETOS

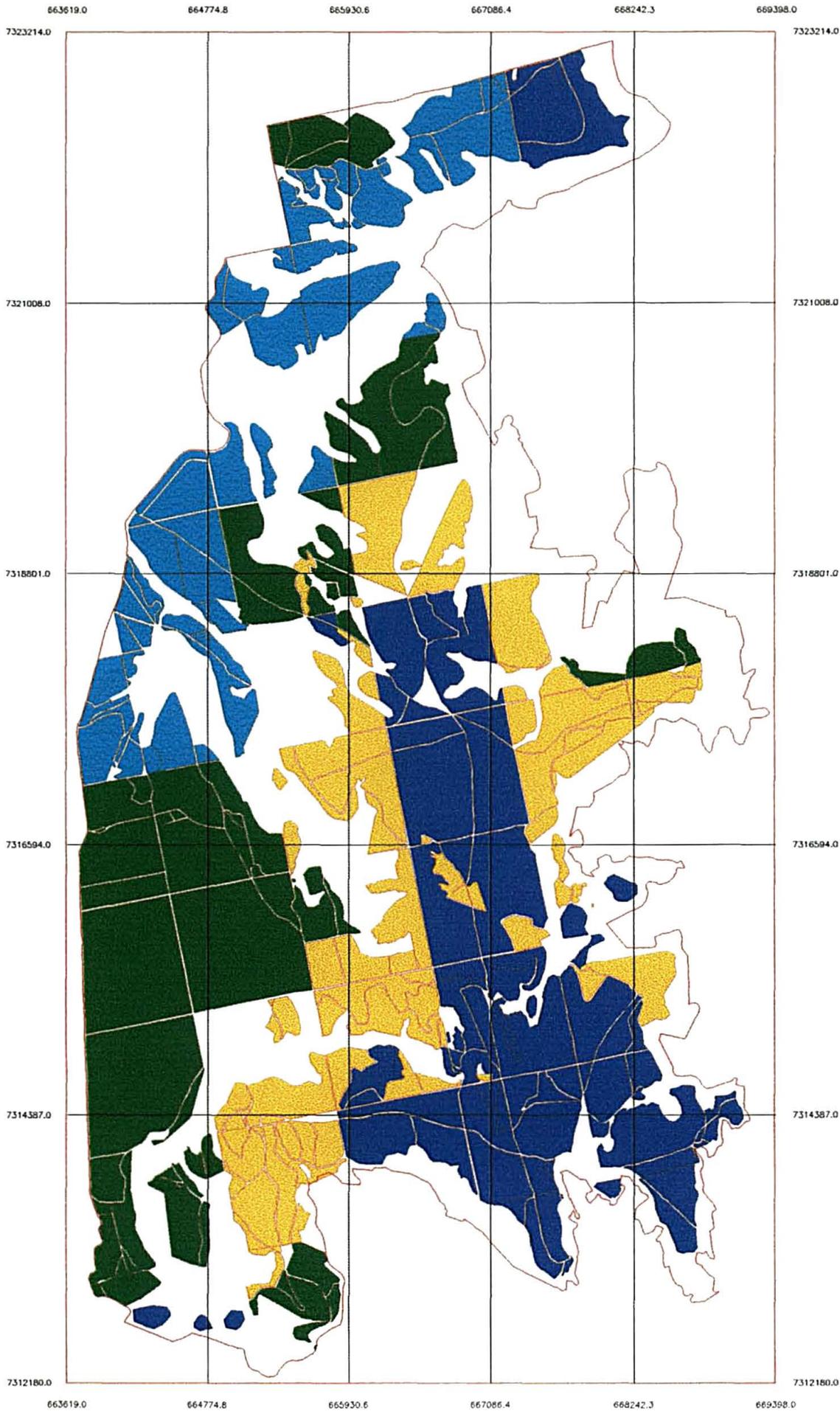


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

- Projeto 16
- Projeto 06

MAPA – ALTITUDES MEDIAS

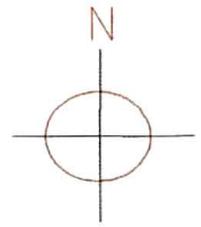
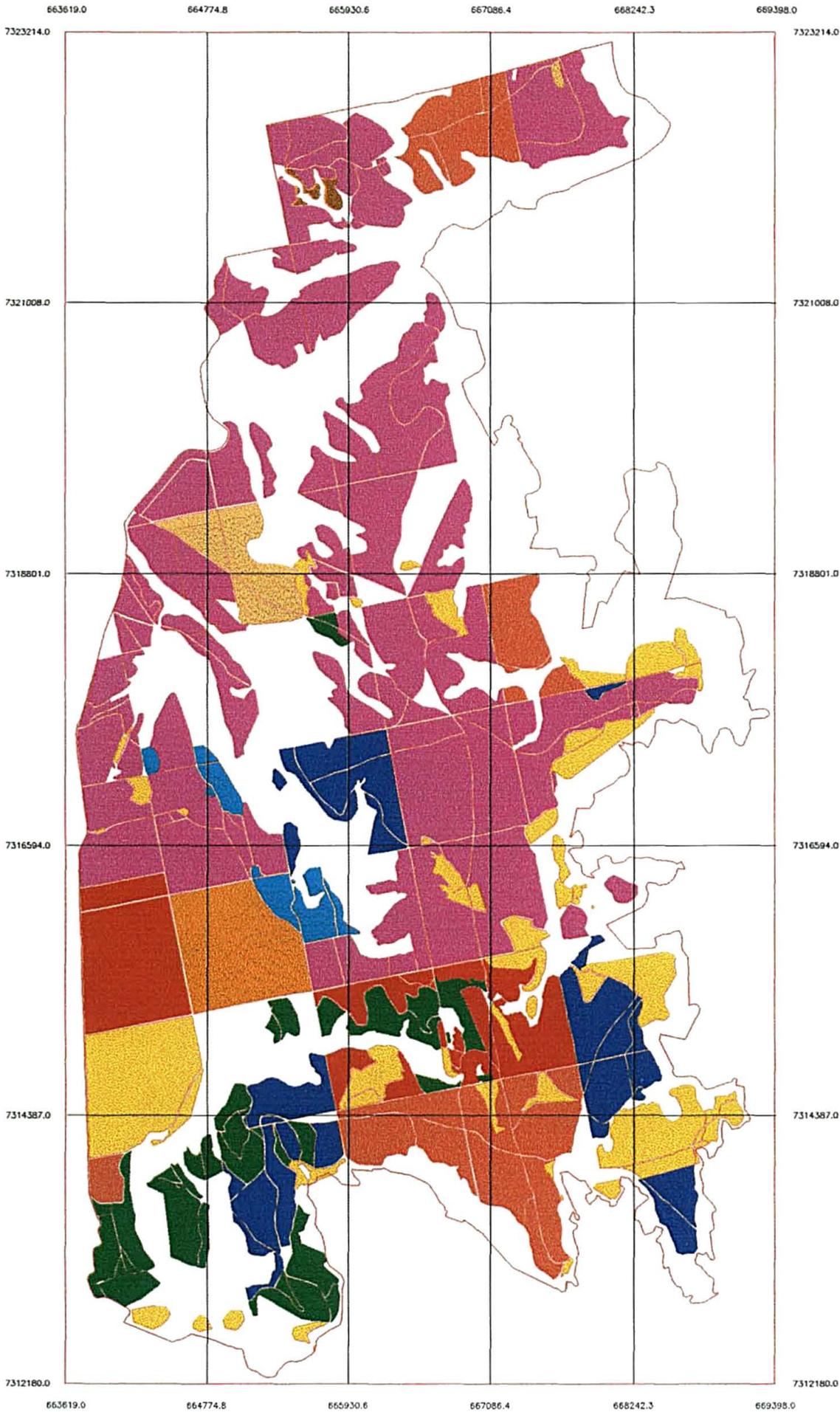


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

- >1092 a 1140 m
- >1044 a 1092 m
- > 996 a 1044 m
- > 948 a 996 m
- 900 a 948 m

MAPA – ANO DE PLANTIO

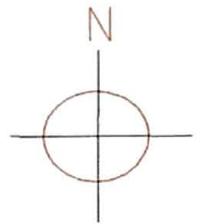
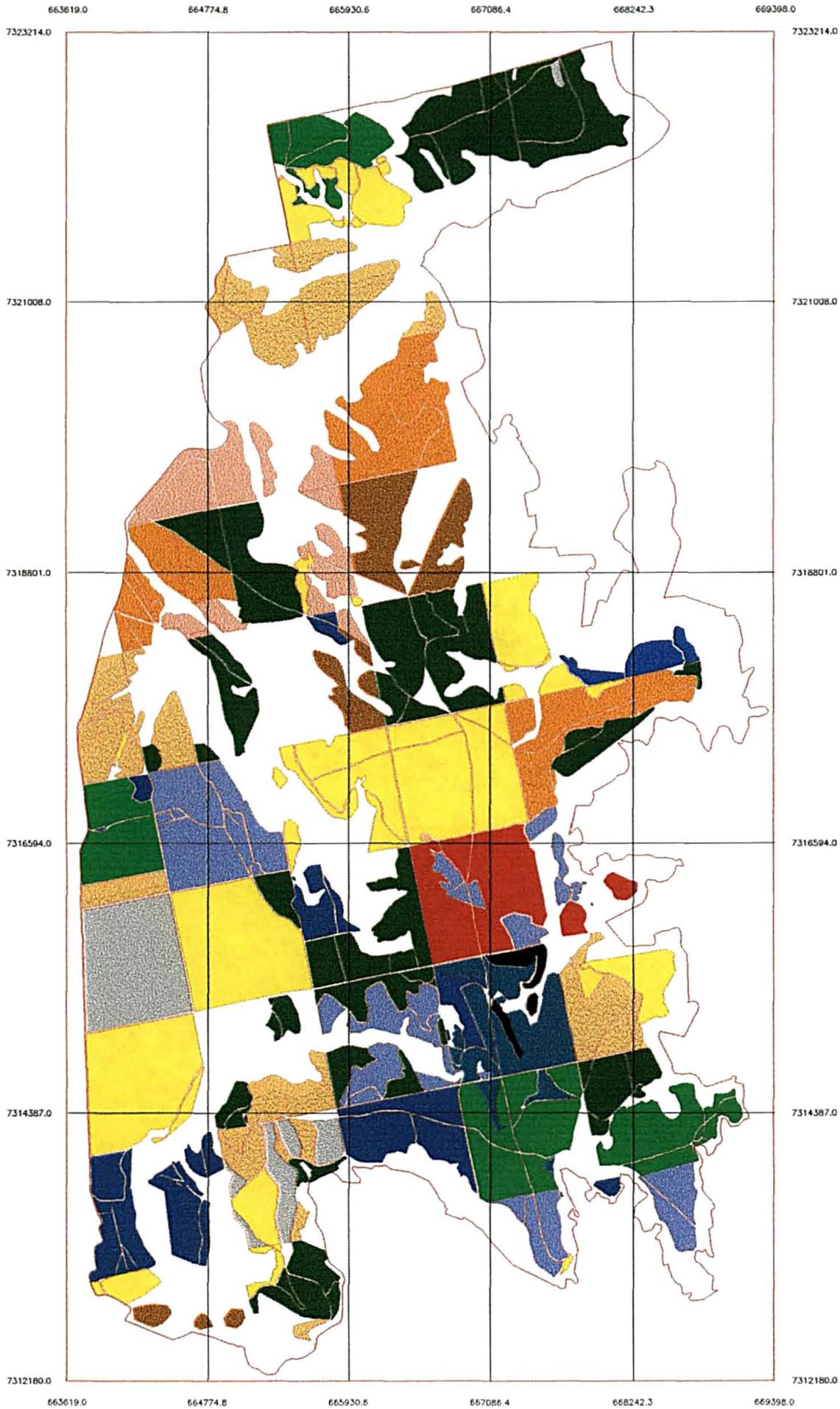


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

- 1995
- 1992
- 1991
- 1990
- 1979
- 1978
- 1977
- 1976
- 1973
- 1972

MAPA – INDICE DE SITIO

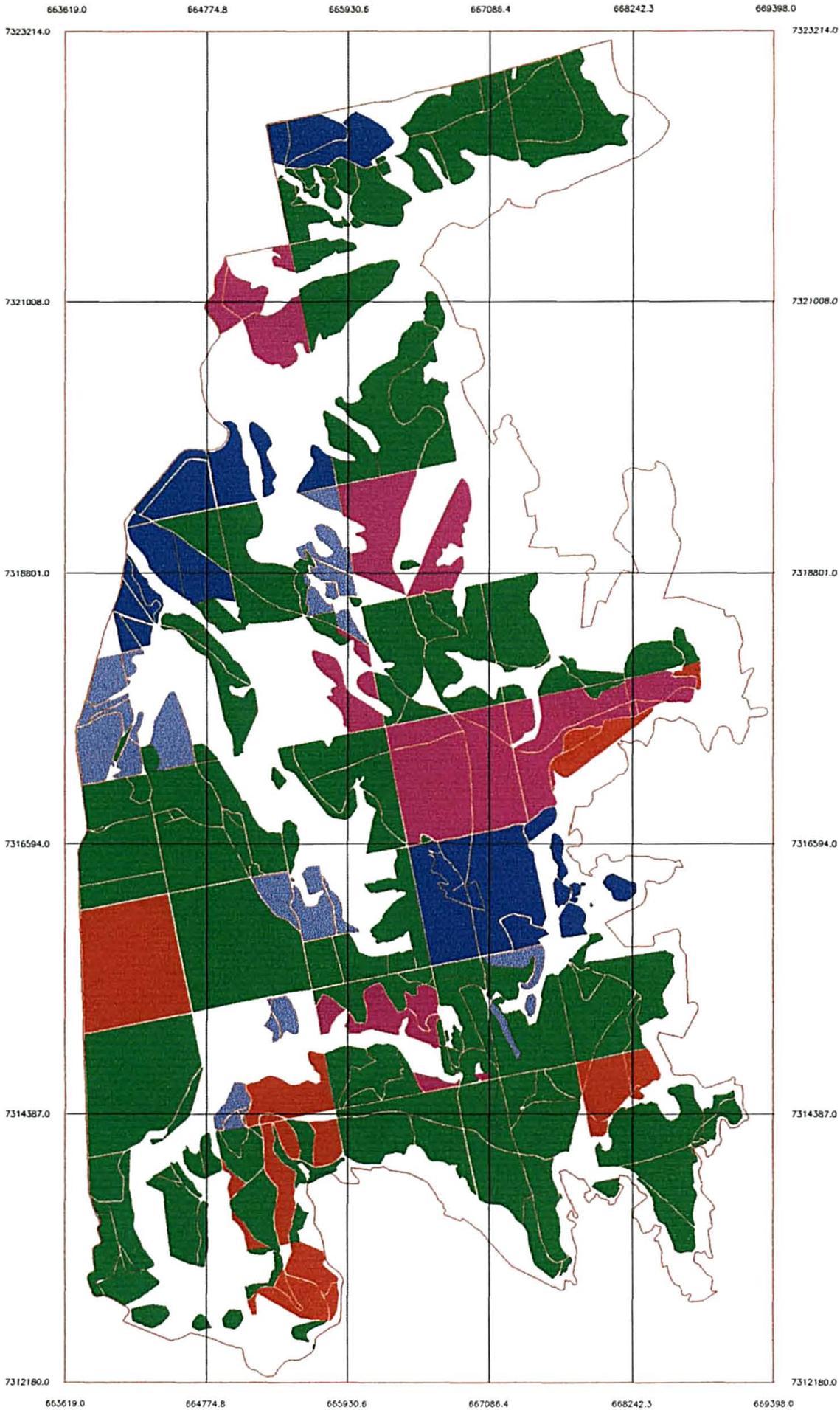


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

22.0
21.5
21.0
20.5
20.0
19.5
19.0
18.5
18.0
17.5
17.0
16.5
16.0
15.0

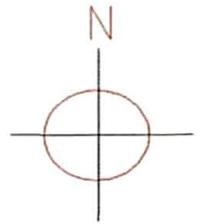
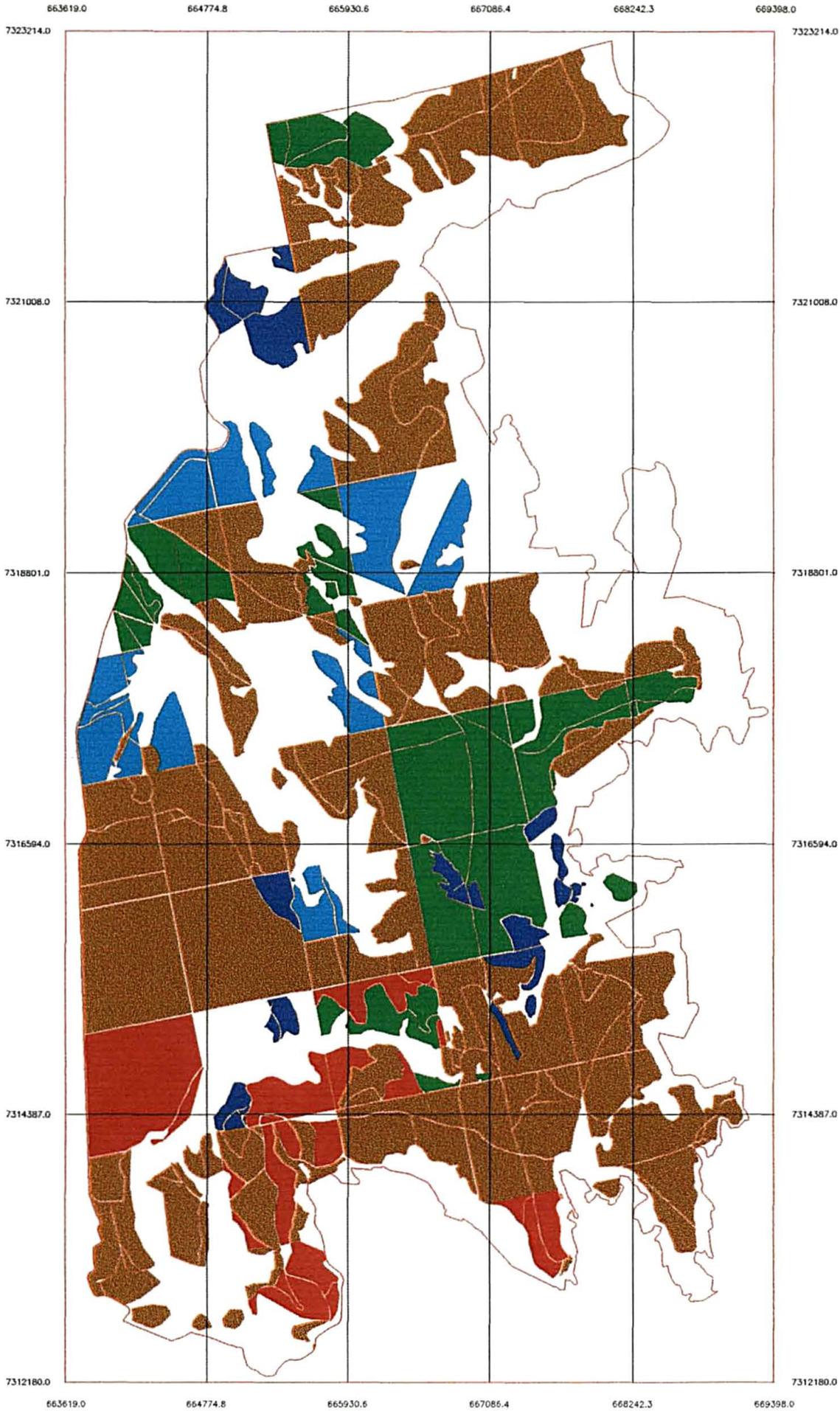
MAPA – AREA BASAL



ESCALA : 1 : 46.000

- LEGENDA
(m² / hectare)
- >34.7 a 59.1
 - >21.8 a 34.7
 - >18.0 a 21.8
 - >16.0 a 18.0
 - 13.4 a 16.0

MAPA – NUMERO DE ARVORES / HA



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA
(arvores / hectare)

- 1472 a 1757
- 492 a 1471
- 365 a 491
- 308 a 364
- 223 a 307

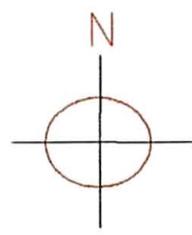
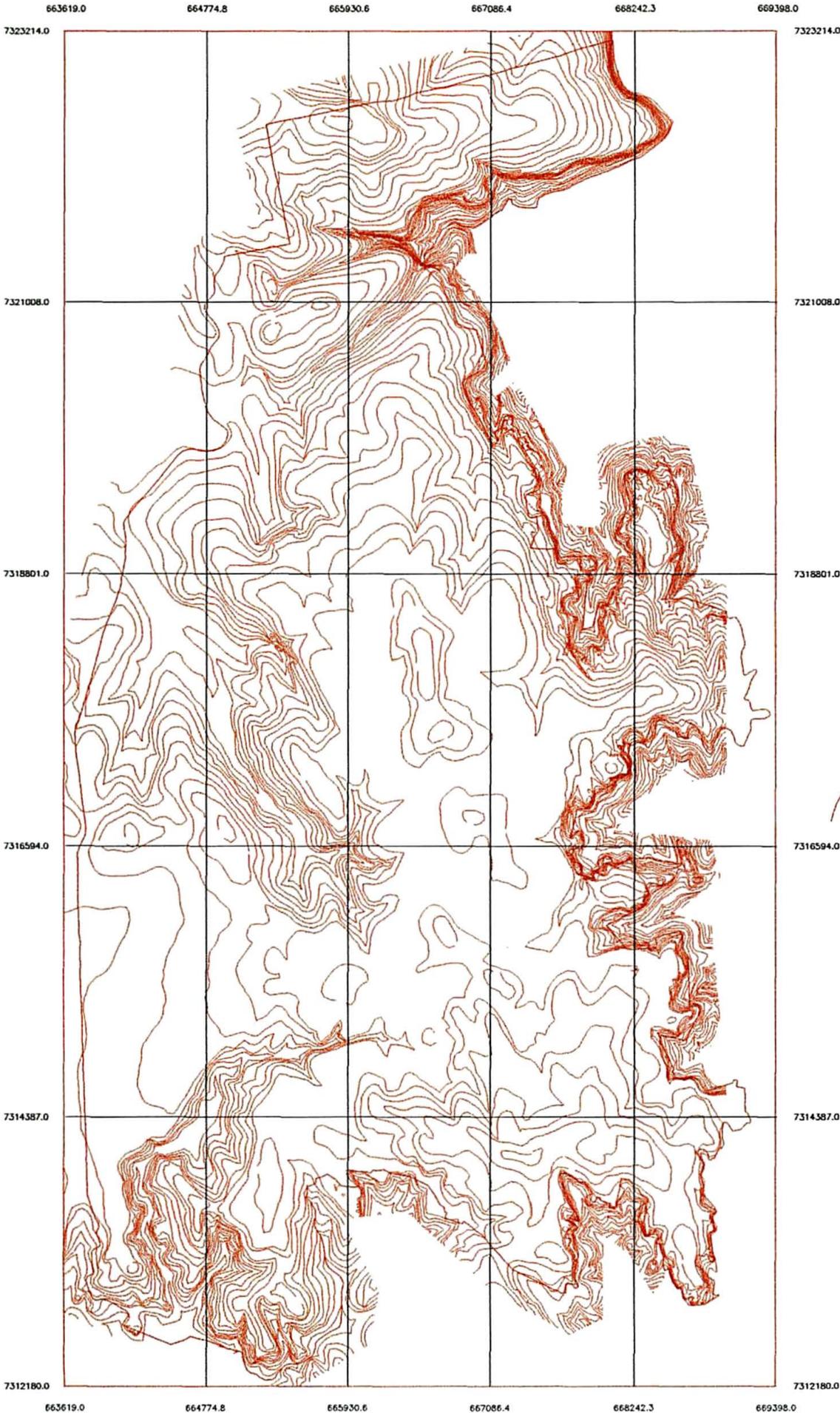


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

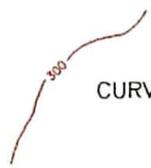
- ESTRADAS
- RIOS

CARTA - CURVAS DE NIVEL



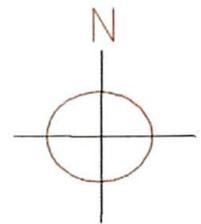
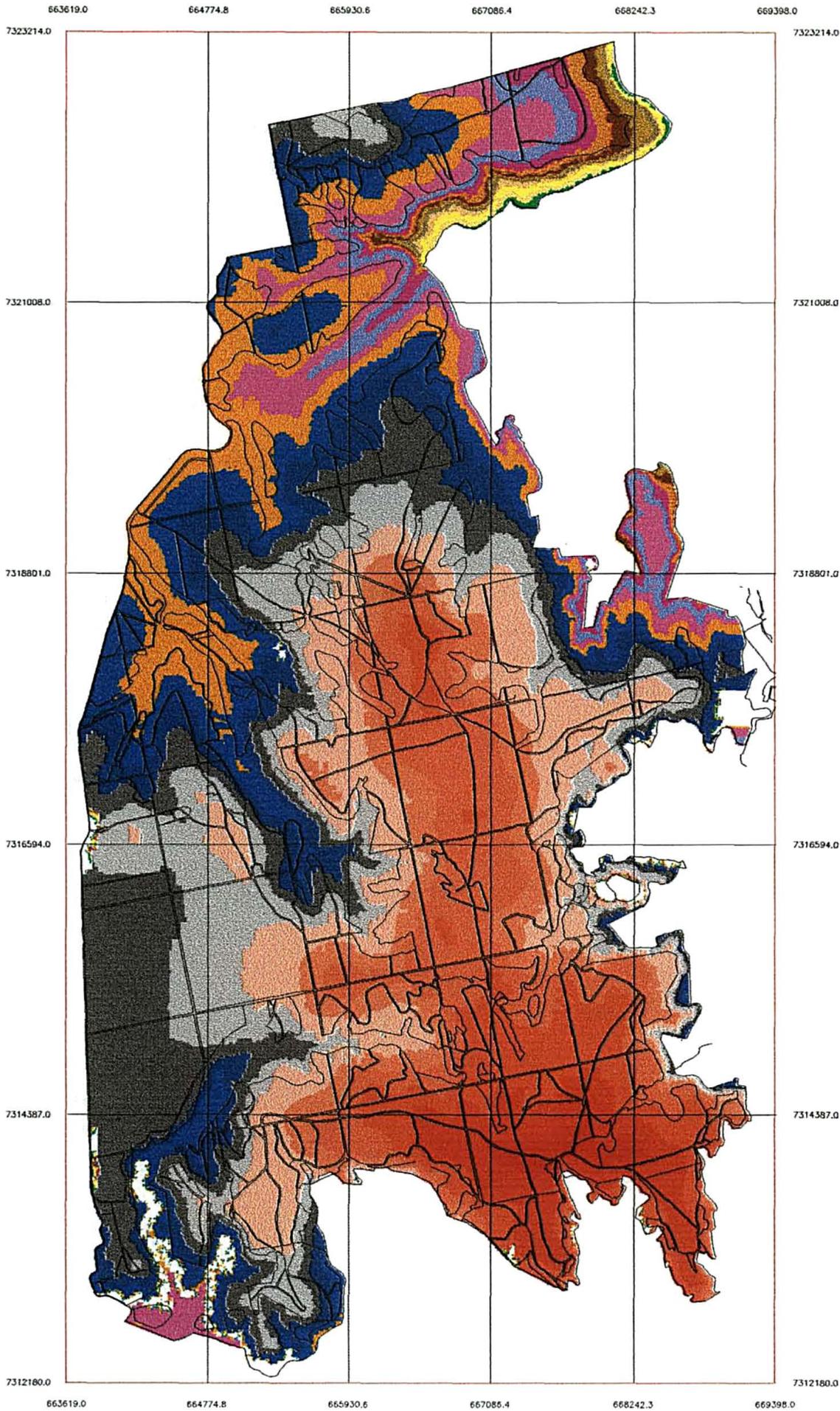
ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA



CURVAS DE NIVEL

MAPA – HIPSOMETRIA DE 20 EM 20 METROS

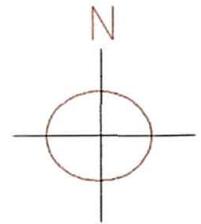
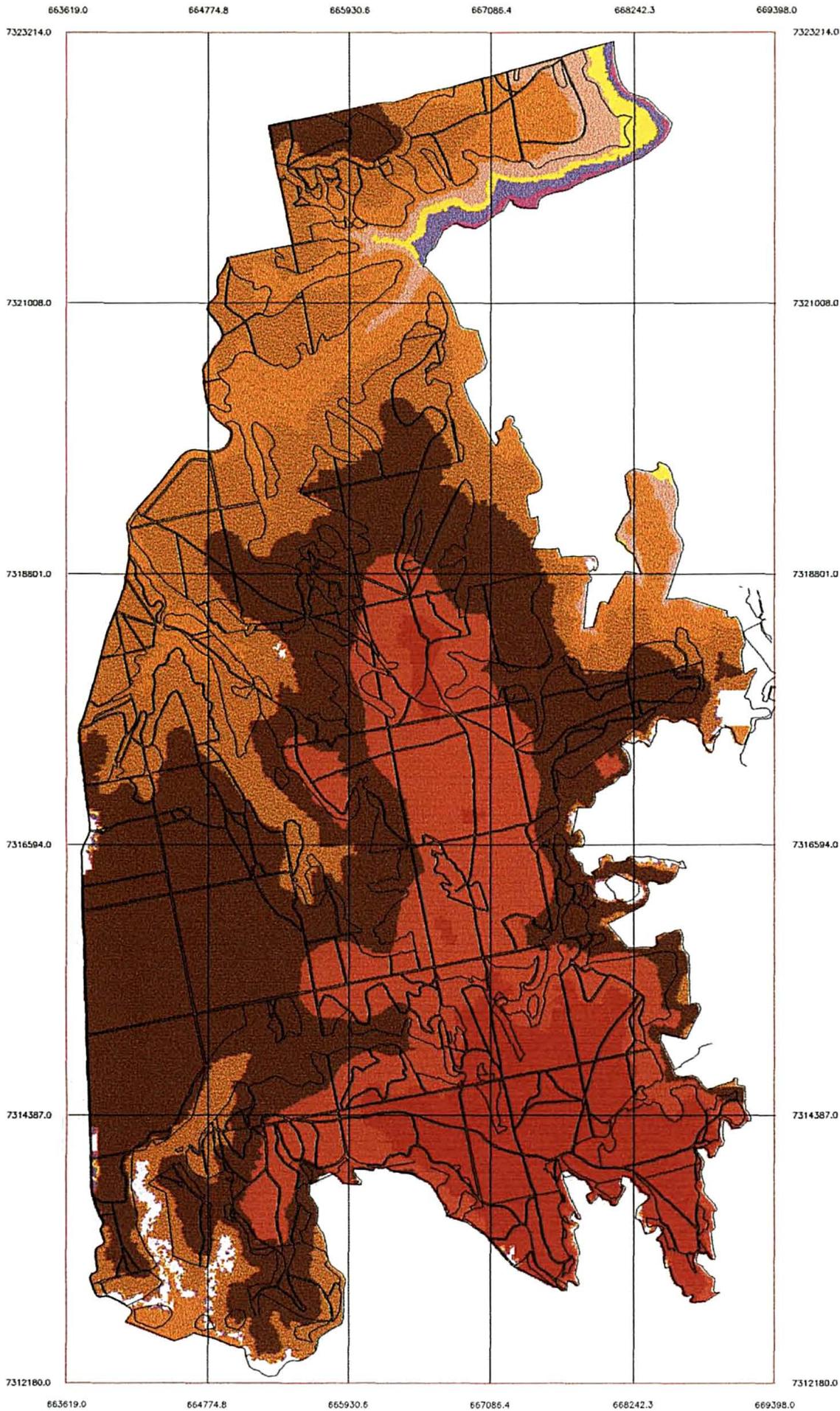


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA
(metros)

- 1140 a 1160
- 1120 a 1140
- 1100 a 1120
- 1080 a 1100
- 1060 a 1080
- 1040 a 1060
- 1020 a 1040
- 1000 a 1020
- 980 a 1000
- 960 a 980
- 940 a 960
- 920 a 940
- 900 a 920
- 880 a 900
- 860 a 880
- 840 a 860
- 820 a 840
- 800 a 820
- 780 a 800
- 760 a 780
- 740 a 760
- 720 a 740
- 700 a 720

MAPA – HIPSOMETRIA DE 50 EM 50 METROS

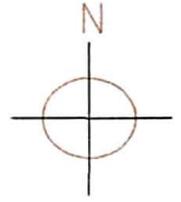
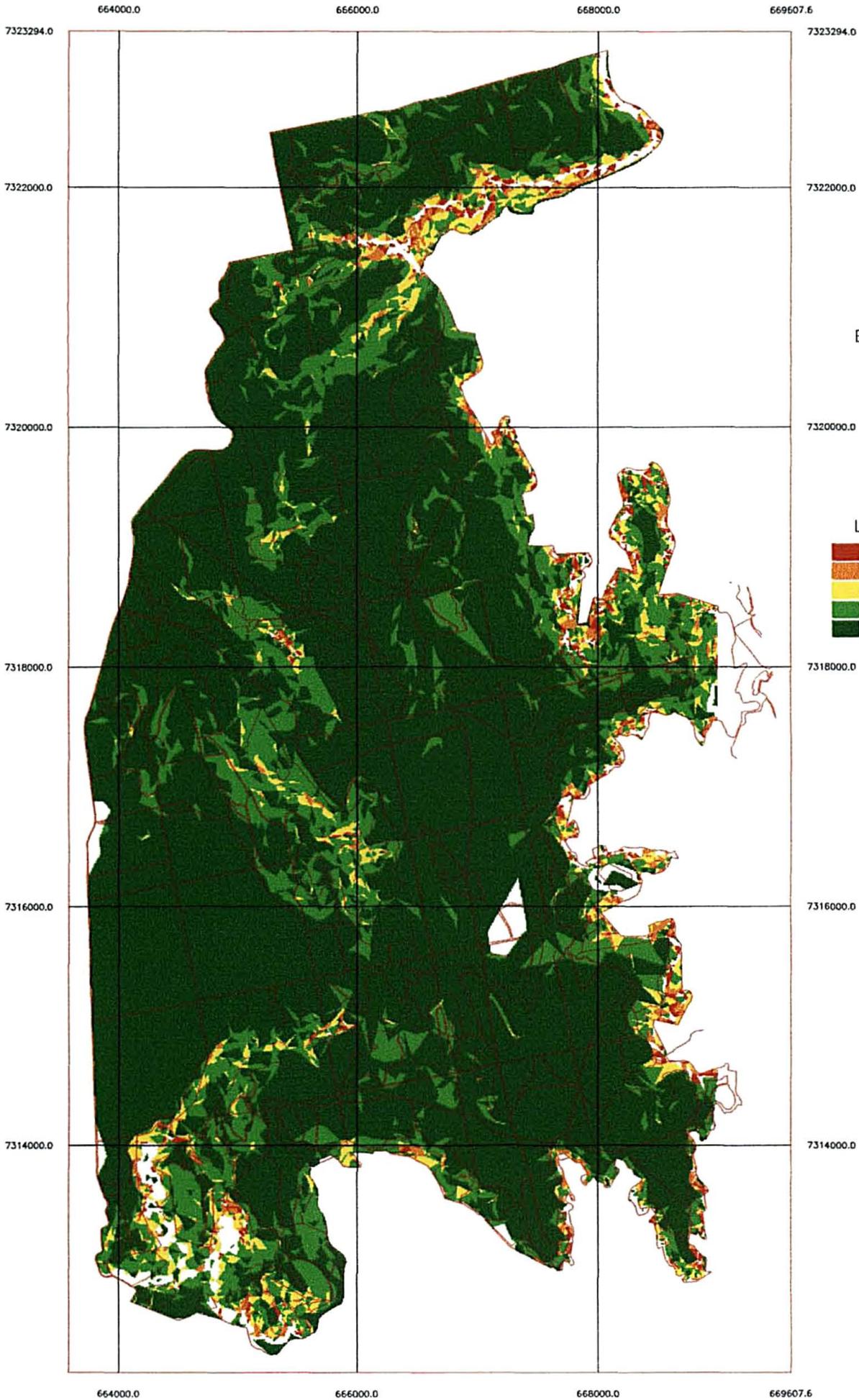


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA
(metros)

- 1100 a 1150
- 1050 a 1100
- 1000 a 1050
- 950 a 1000
- 900 a 950
- 850 a 900
- 800 a 850
- 750 a 800
- 700 a 750

MAPA – DECLIVIDADES

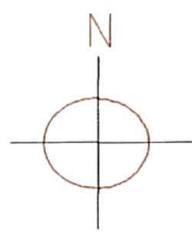
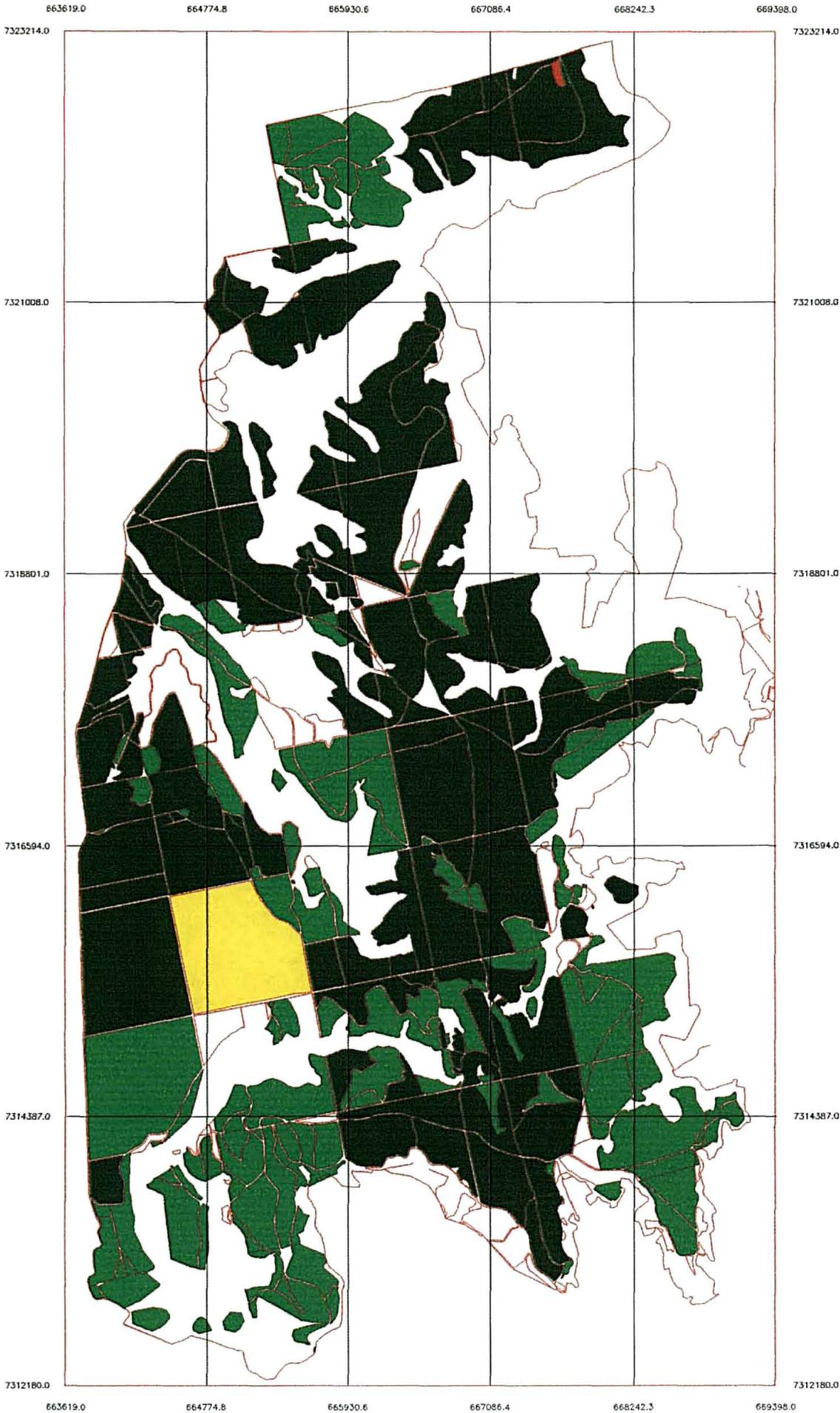


ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA

-  Alta (>45%)
-  Moderada (20 a 45%)
-  Media (8 a 20%)
-  Baixa (3 a 8%)
-  MuitoBaixa (0 a 3%)

MAPA – USO DO SOLO



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

-  PINUS TAEDA
-  PINUS ELLIOTTII
-  EXPERIMENTAL
-  AREA SEM PLANTIO



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

-  Corte Raso p/1997 (R24)
-  Corte Raso p/1997 (R25)

MAPA – PROGRAMA DE CORTE PARA 1998 (D8 E R22)

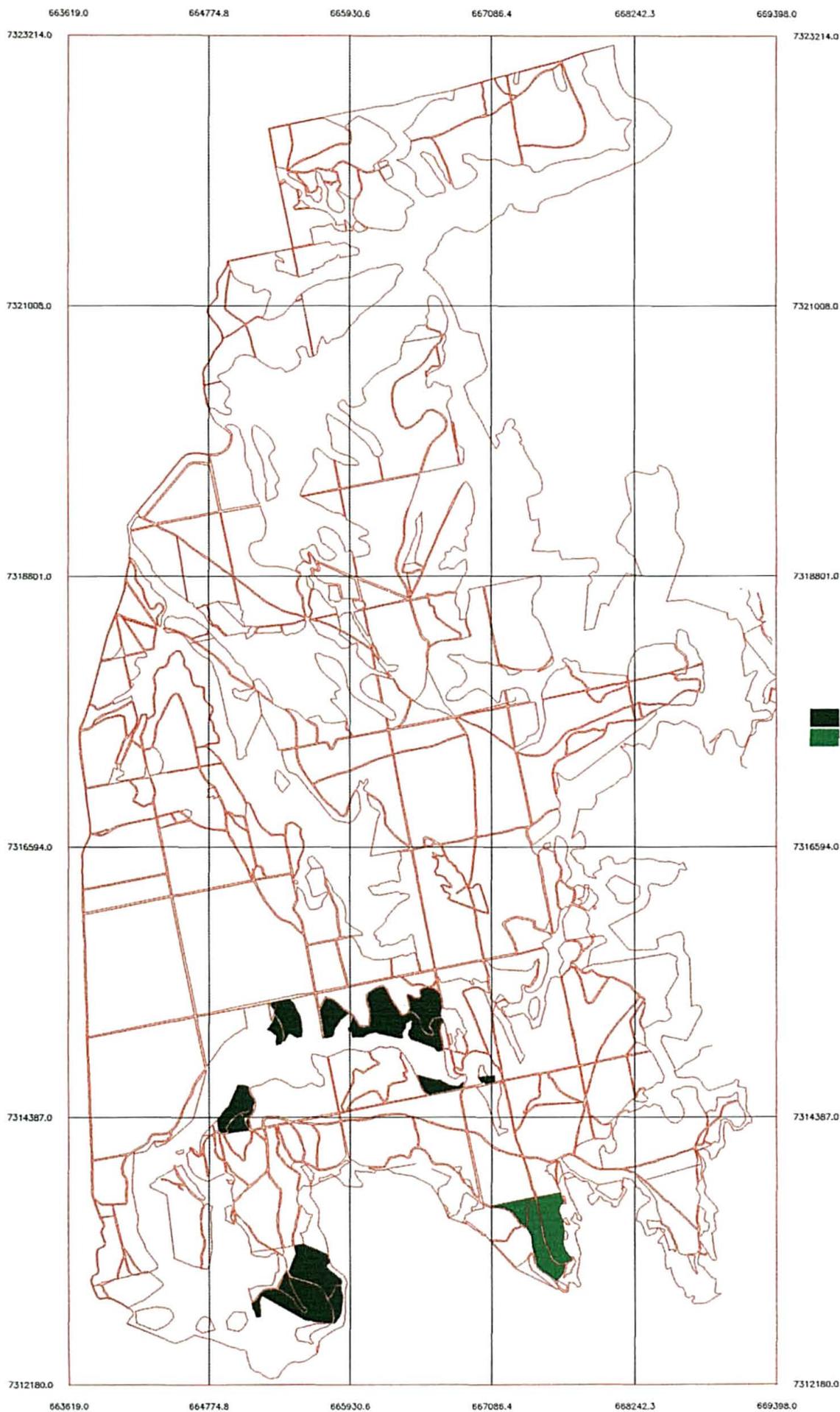


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

-  Corte Raso prog. p/ 1998
-  Desbaste prog. p/ 1998

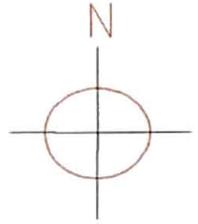
MAPA – PROGRAMA DE CORTE PARA 1999 (D8 E R22)



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

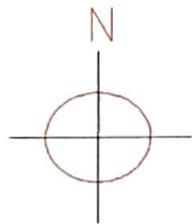
-  Corte Raso prog. p/ 1999
-  Desbaste prog. p/ 1999



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

 Corte Raso prog. p/ 2000

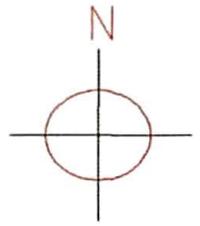
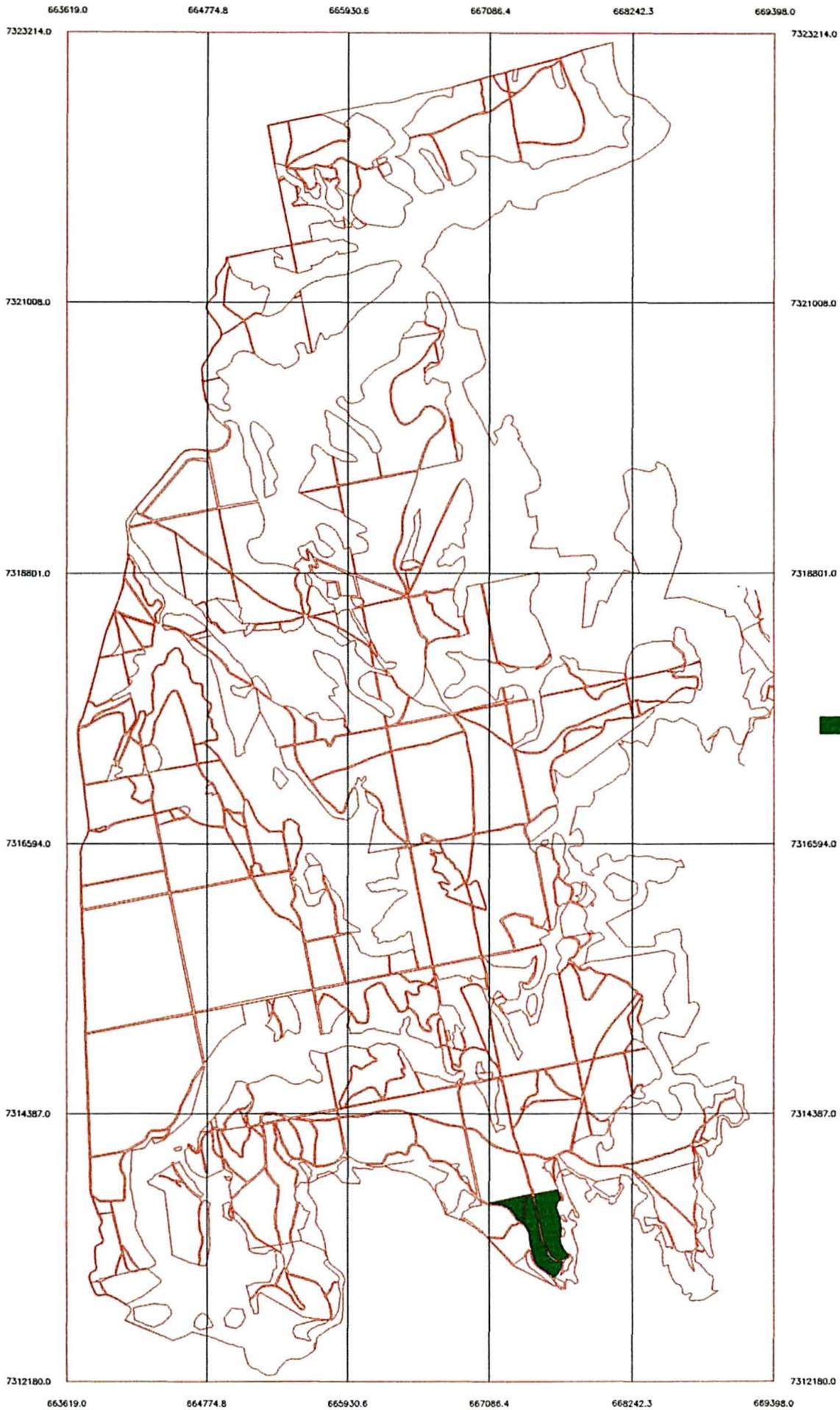


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

■ Desbaste prog. p/ 2002

MAPA – PROGRAMA DE CORTE PARA 2003 (D12)

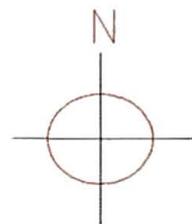


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

 Desbaste prog. p/ 2003

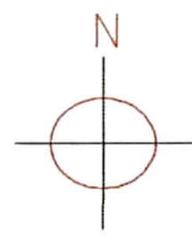
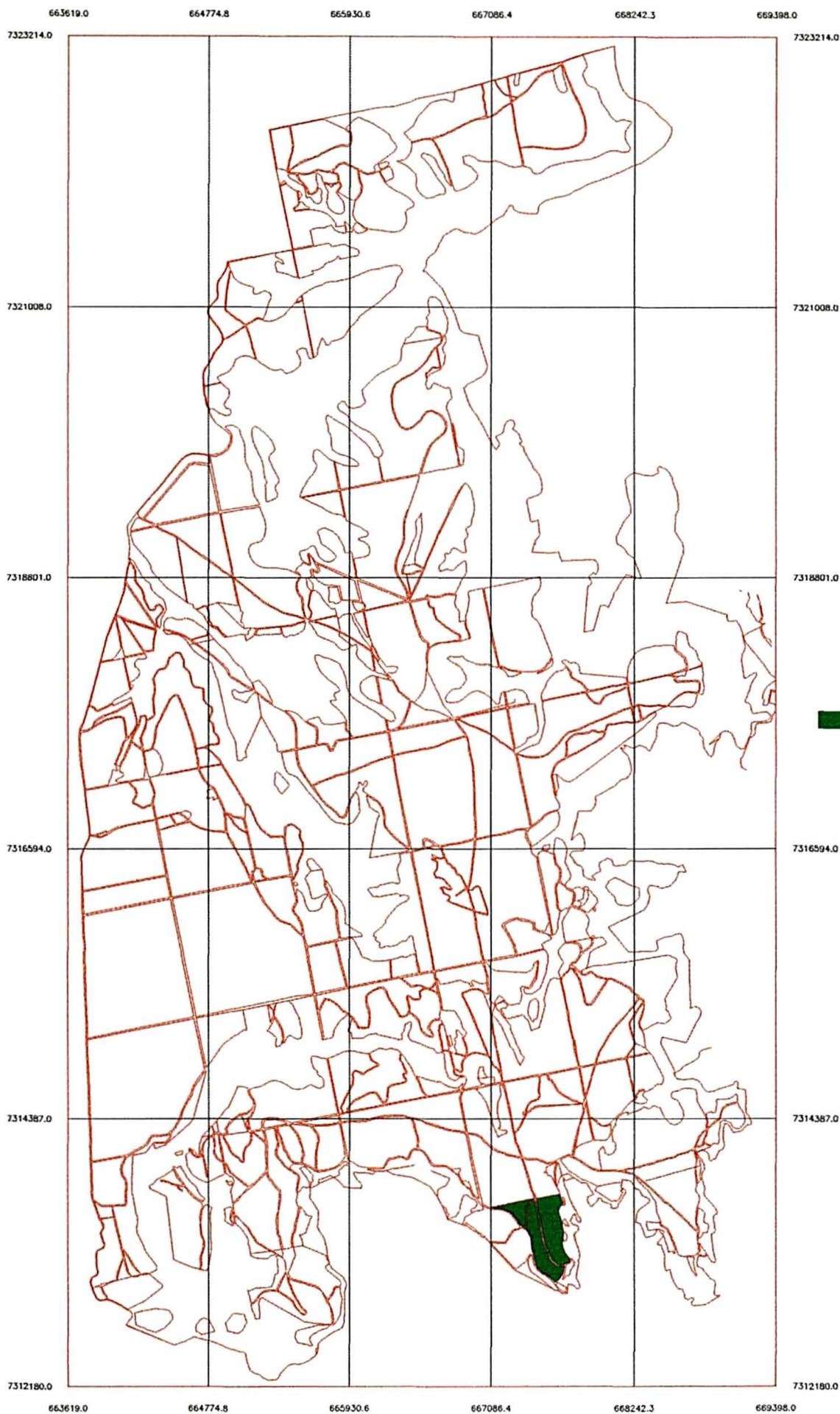
MAPA – PROGRAMA DE CORTE PARA 2006 (D16)



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

 Desbaste prog. p/ 2006

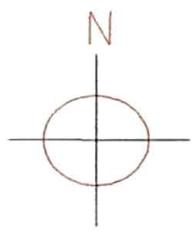
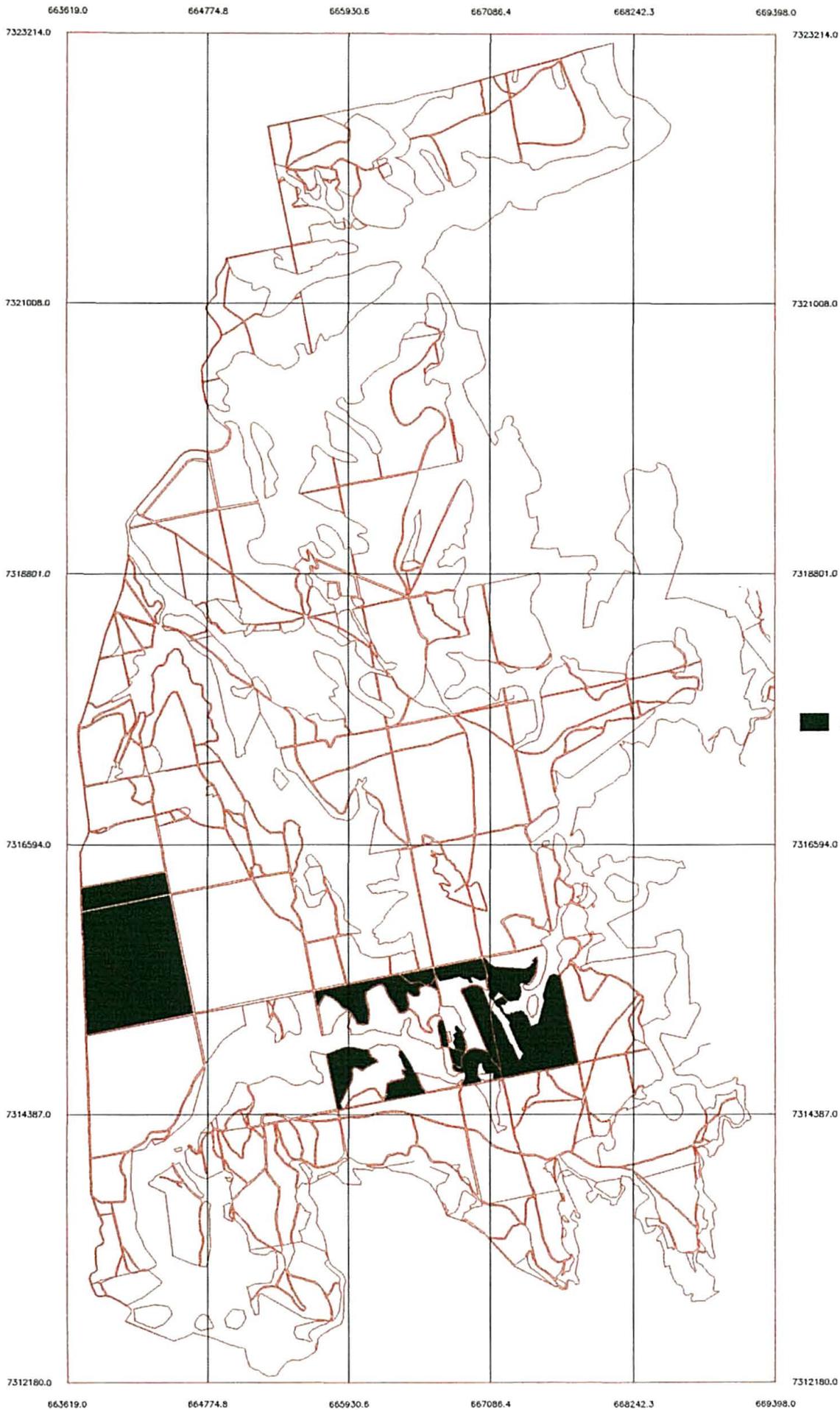


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

■ Desbaste prog. p/ 2007

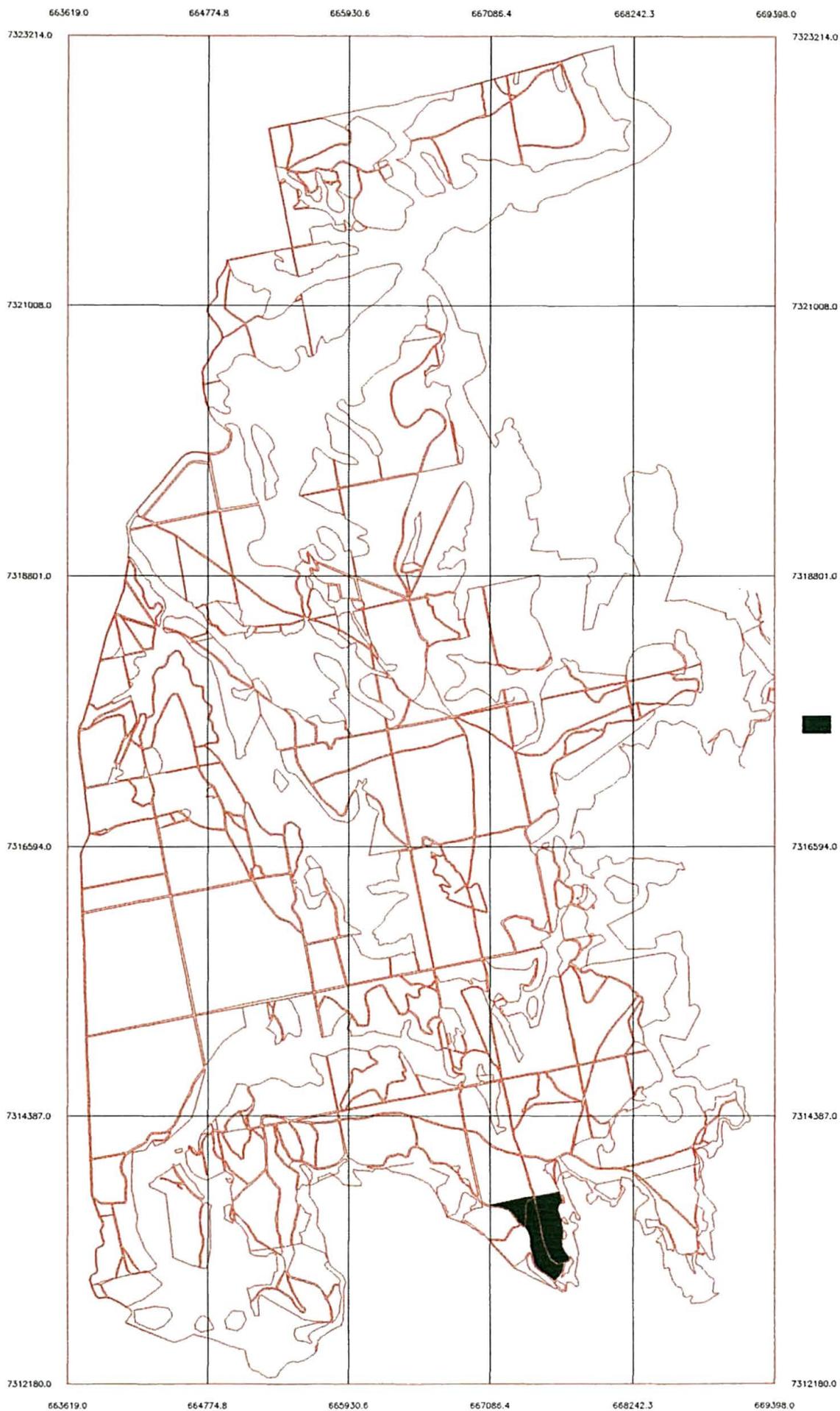
MAPA – PROGRAMA DE CORTE PARA 2012 (R22)



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

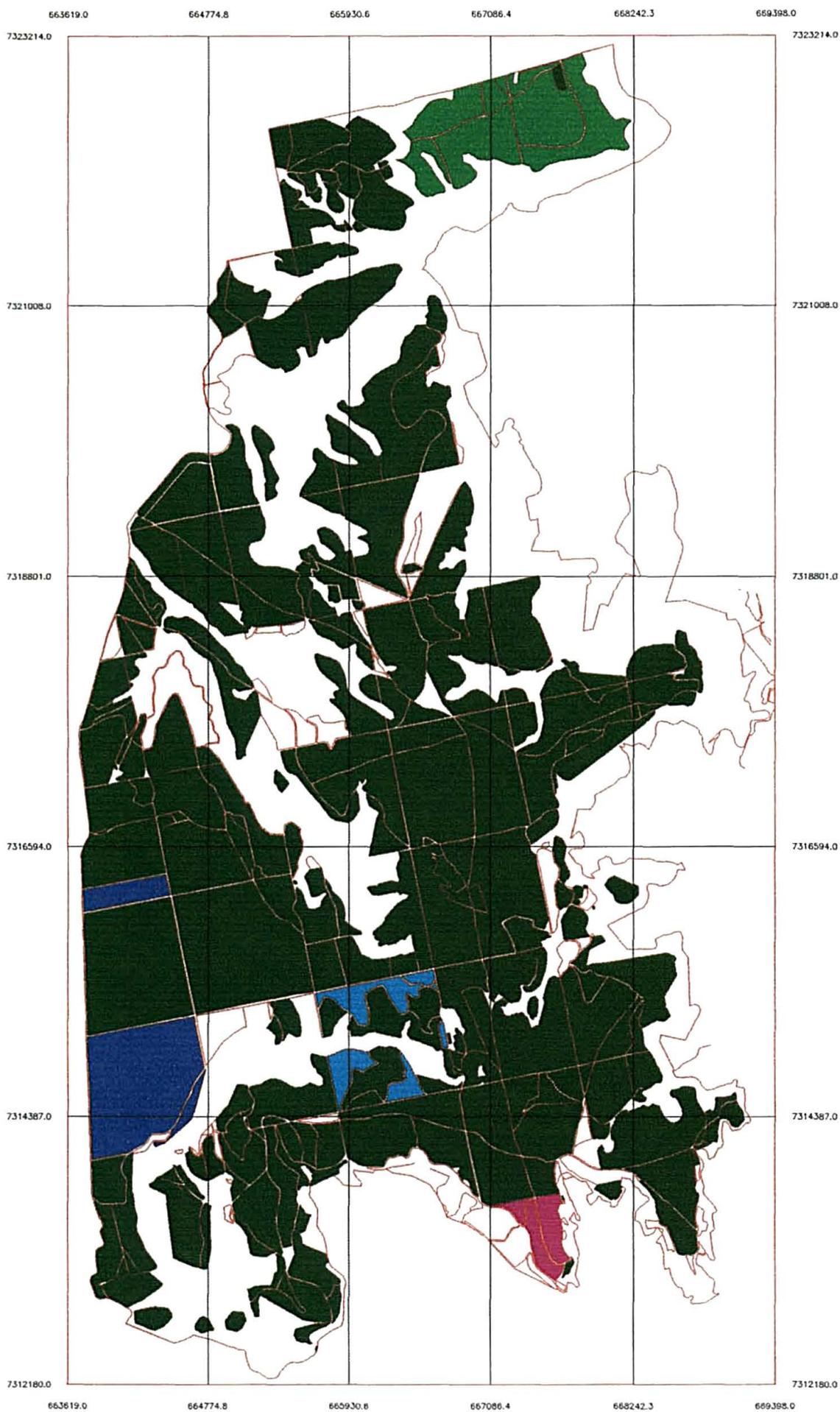
■ Corte Raso prog. p / 2012



ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA

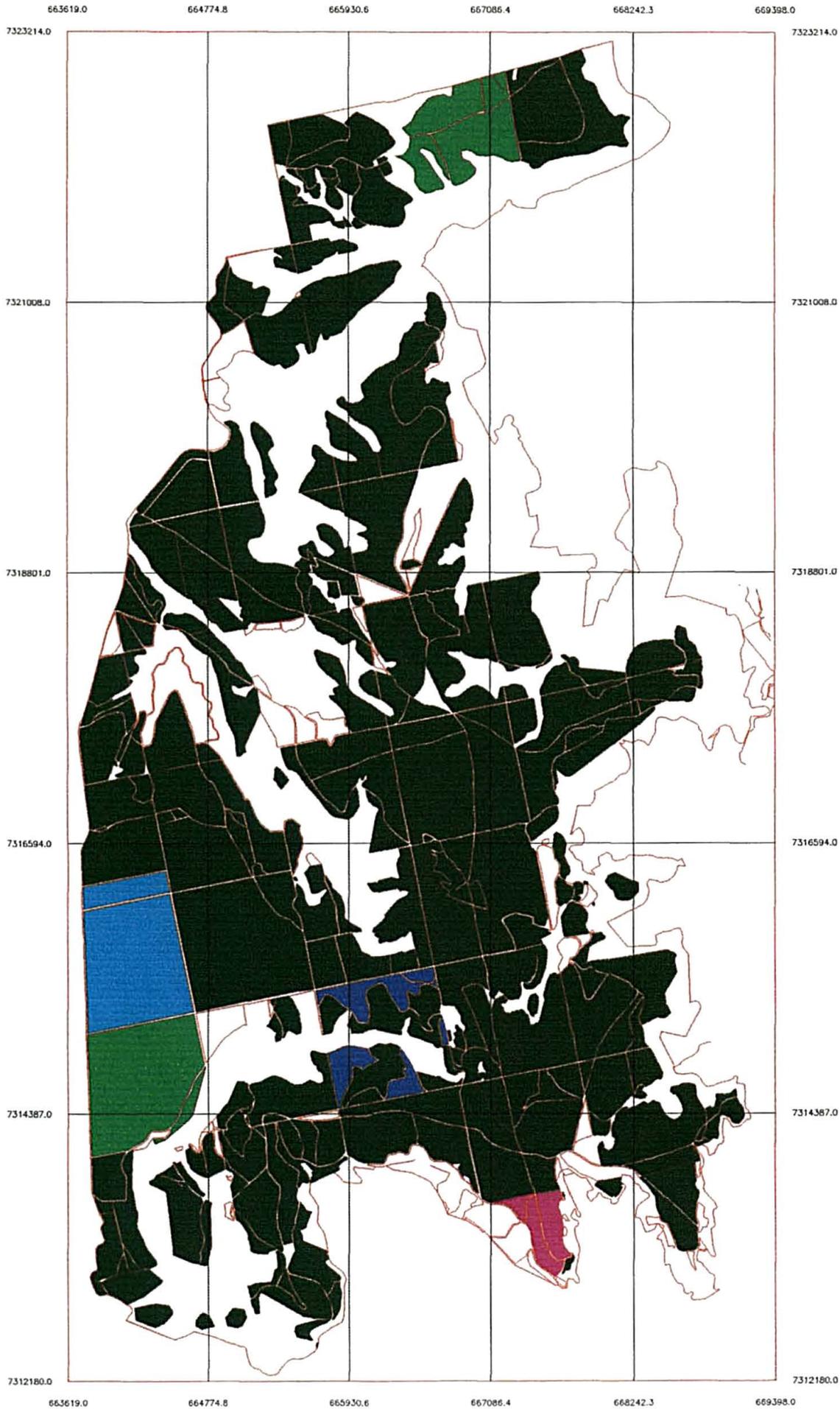
■ Corte Raso prog. p/ 2013

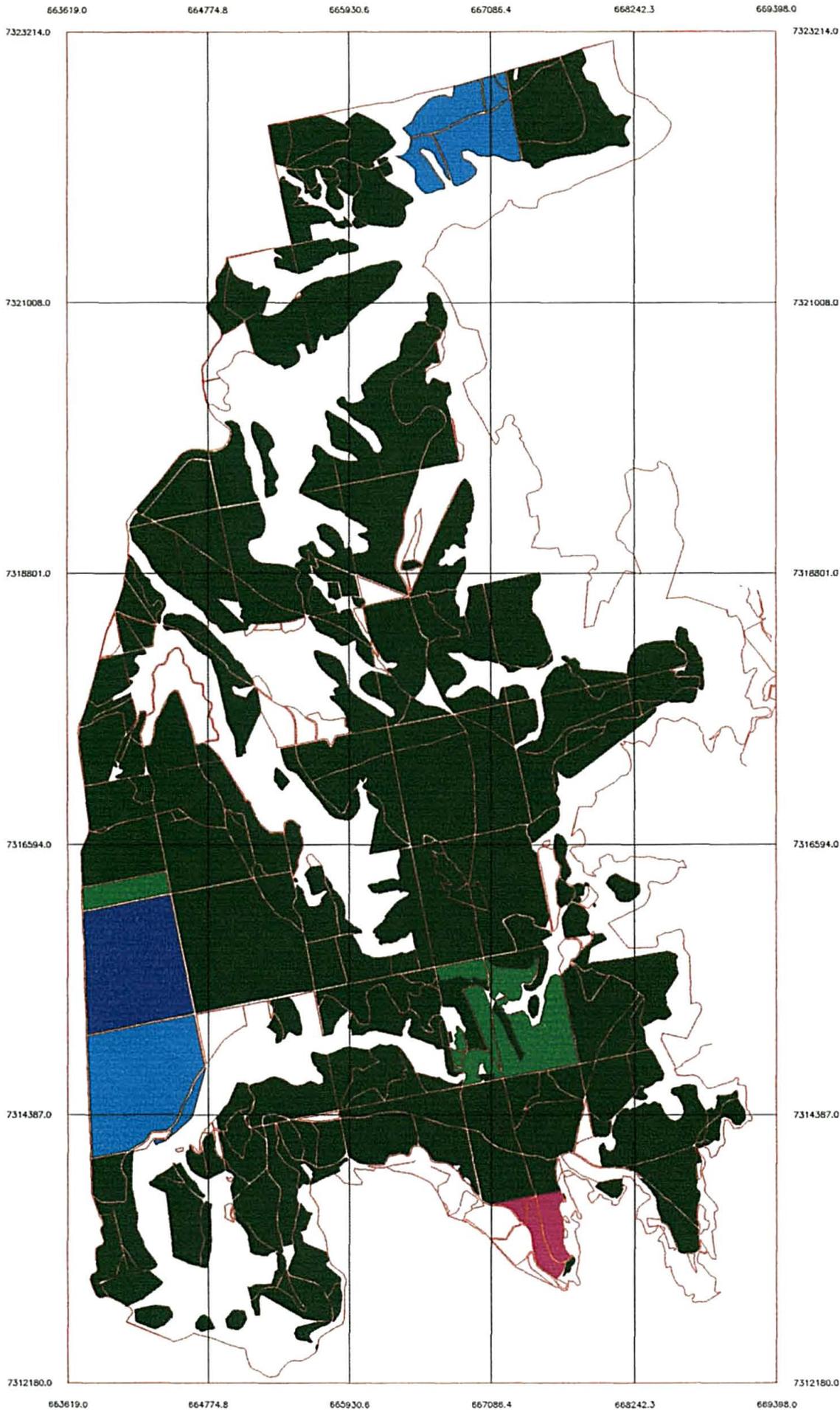


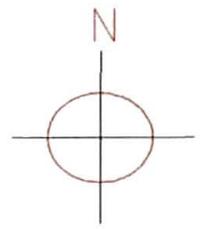
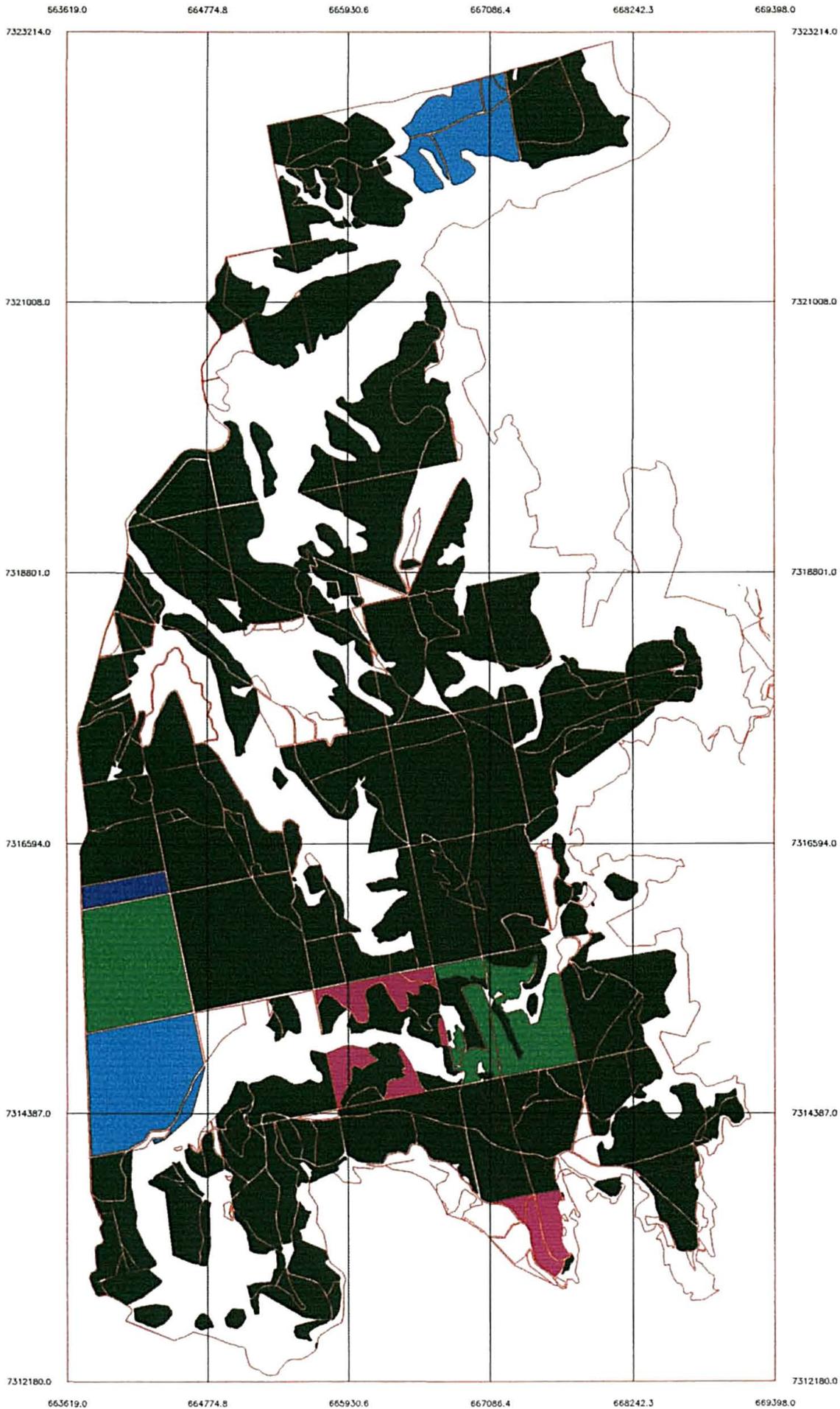
ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA
(m³ / hectare)

- >285.72 a 356.50
- >214.94 a 285.72
- >144.16 a 214.94
- >73.38 a 144.16
- 2.60 a 73.38



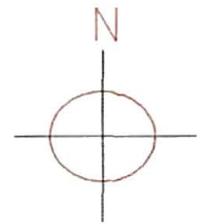
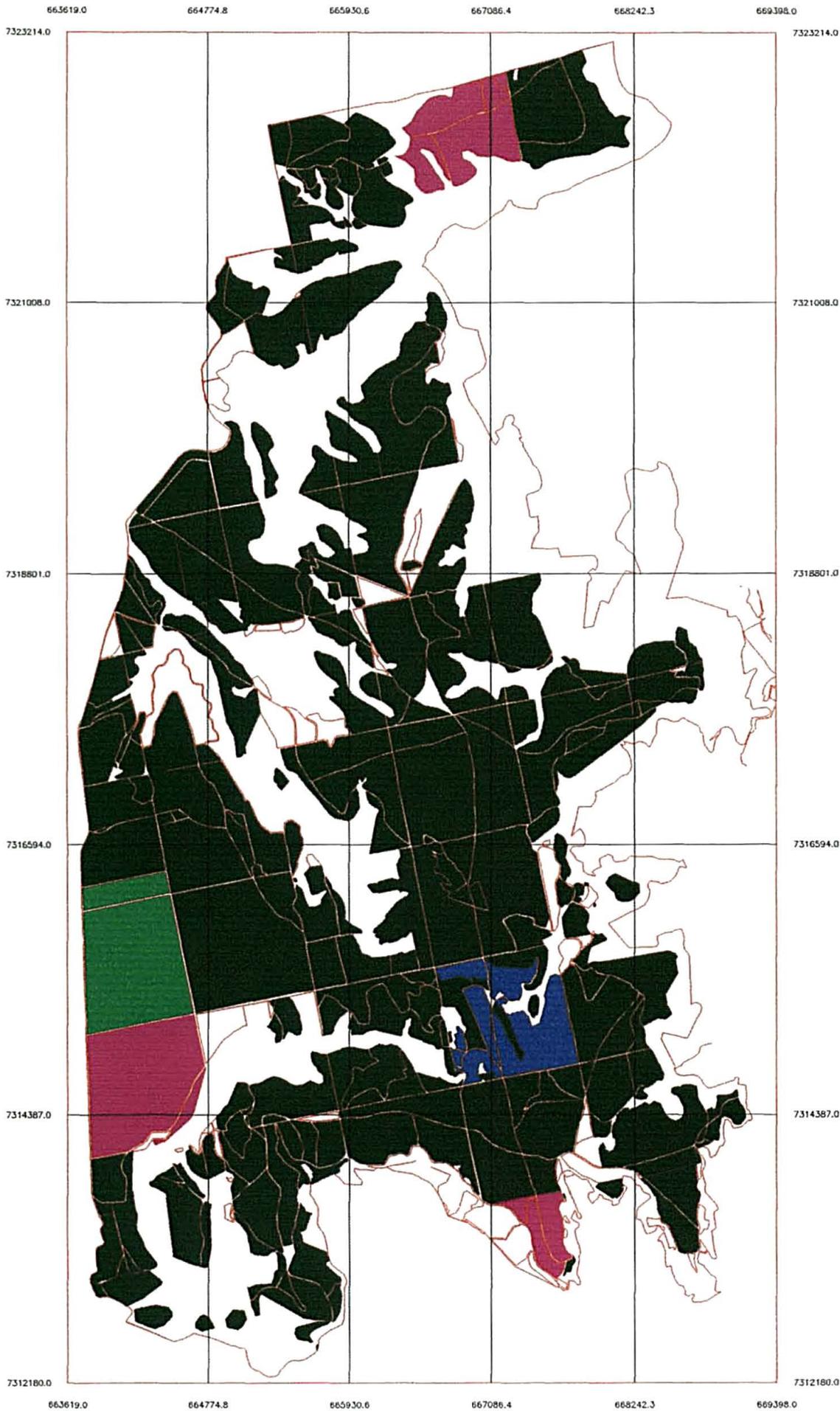




ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA
(m3 / hectare)

Red	>19.48 a 20.50
Dark Green	>18.46 a 19.48
Blue	>17.44 a 18.46
Light Blue	>16.42 a 17.44
Green	15.40 a 16.42

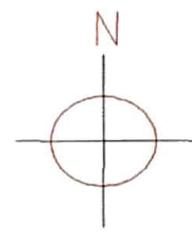
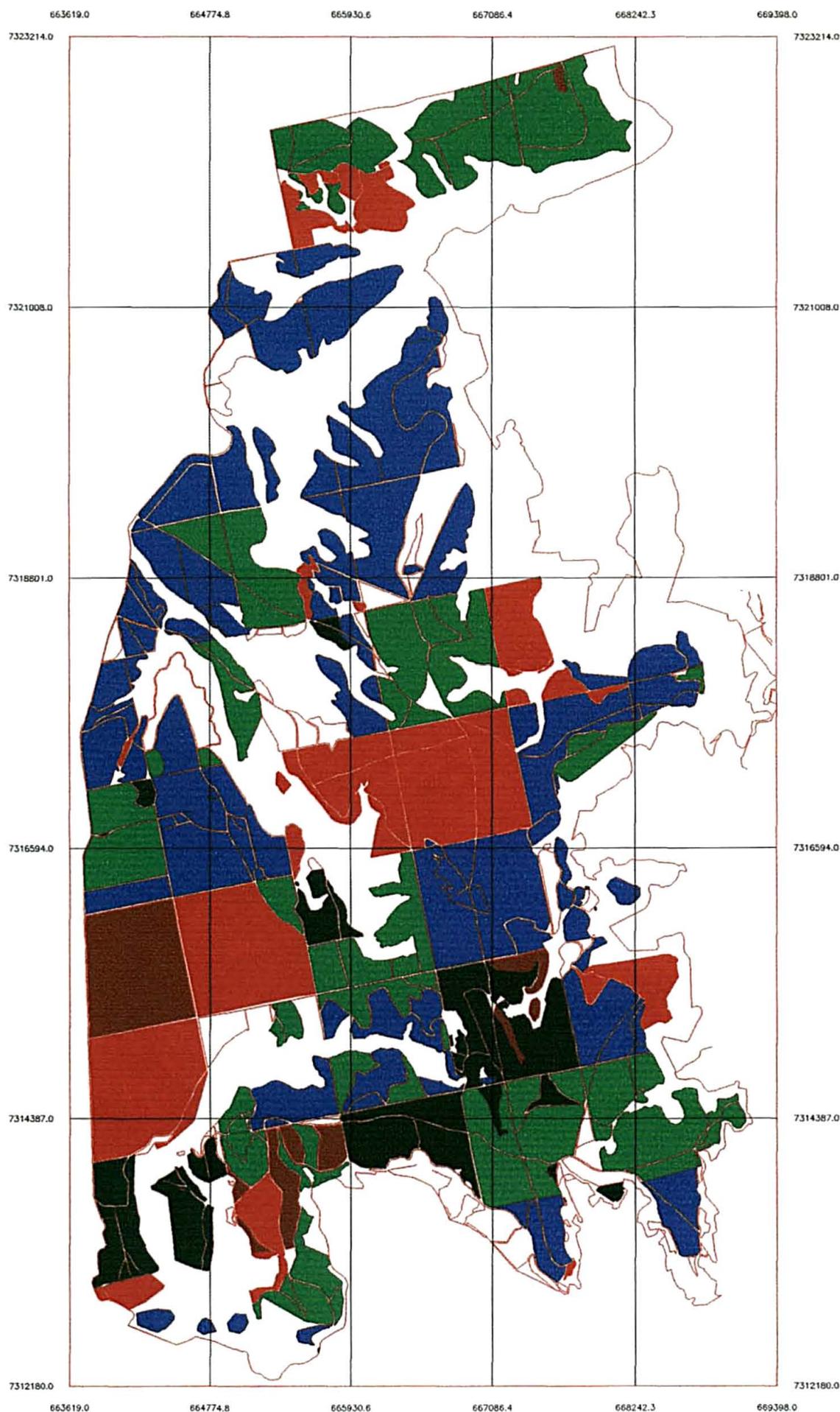


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA
(m³ / hectare)

- >3.34 a 3.50
- >3.18 a 3.34
- >3.02 a 3.18
- >2.86 a 3.02
- 2.70 a 2.86

MAPA – RECEITA TOTAL PARA A ROTACAO 22 ANOS

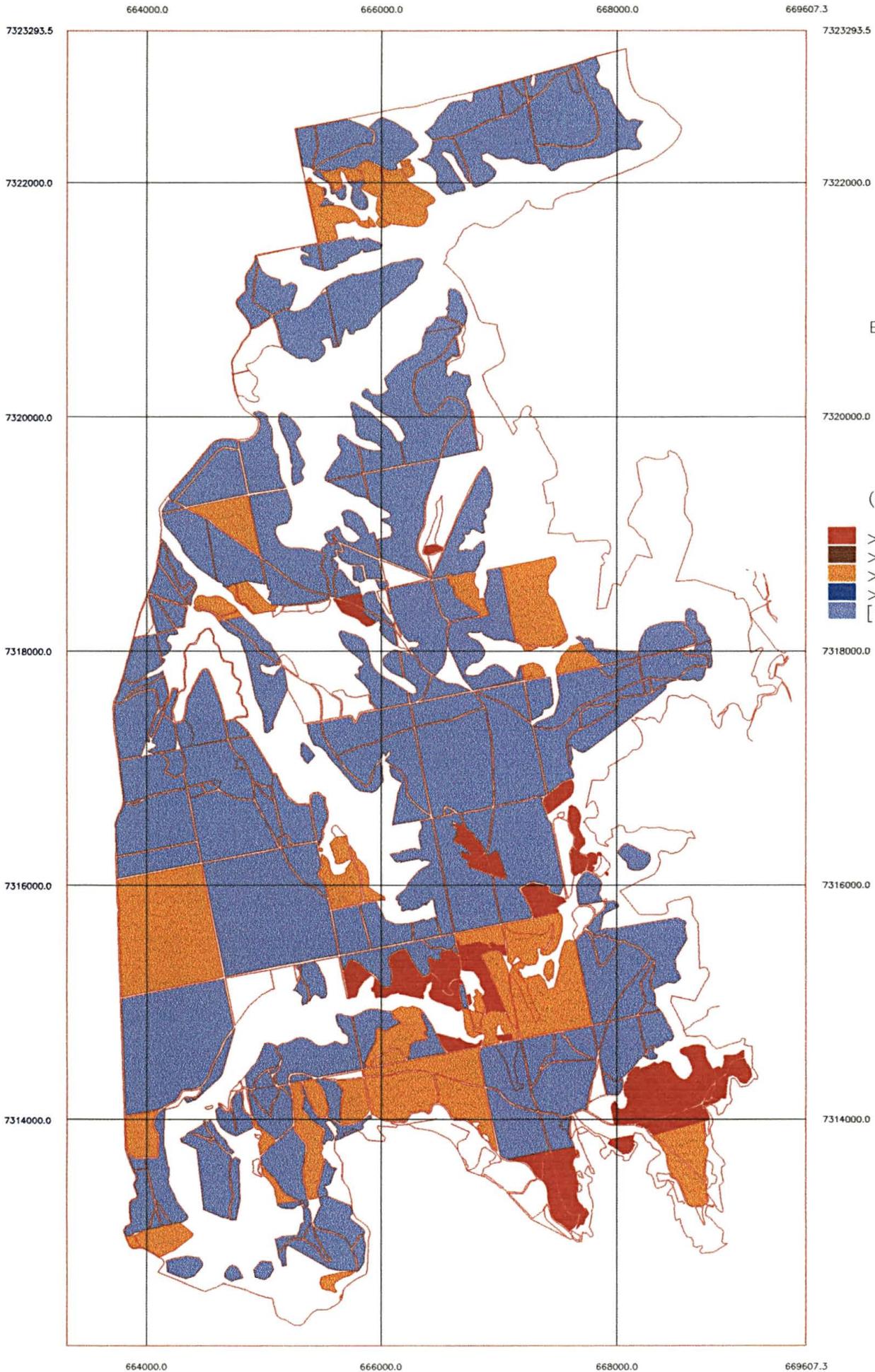


ESCALA : 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/hectare)

-  22754.05
-  19096.58
-  18809.99
-  15829.33
-  15663.89
-  15313.68

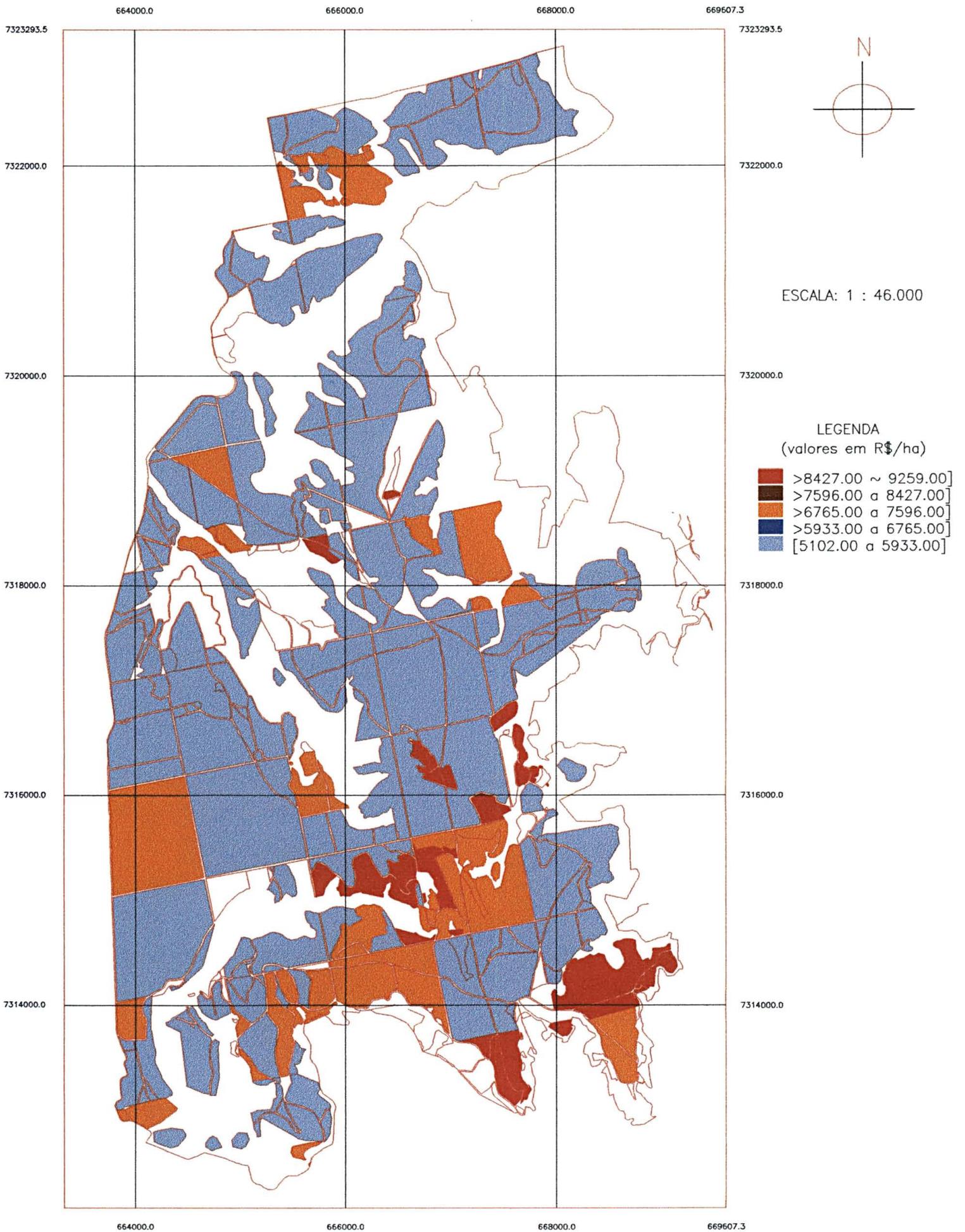
MAPA – CUSTO TOTAL PARA A ROTACAO 22 ANOS



ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/ha)

- >12838.00 a 13494.00]
- >12181.00 a 12838.00]
- >11524.00 a 12181.00]
- >10867.00 a 11524.00]
- [10211.00 a 10867.00]



664000.0

666000.0

668000.0

669607.3

7314000.0

7316000.0

7318000.0

7320000.0

7322000.0

7323293.5

7314000.0

7316000.0

7318000.0

7320000.0

7322000.0

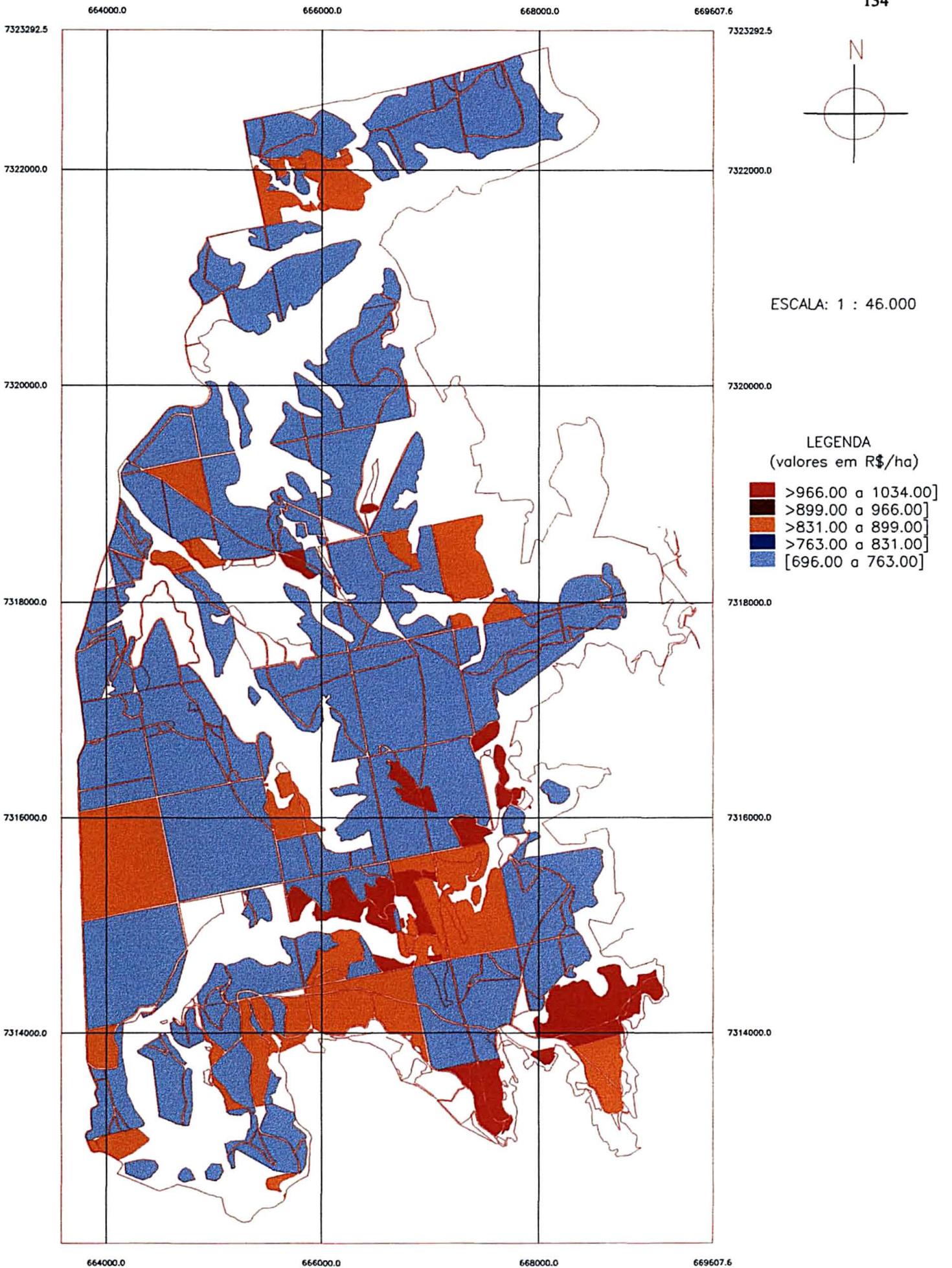
7323293.5

ESCALA: 1 : 46.000

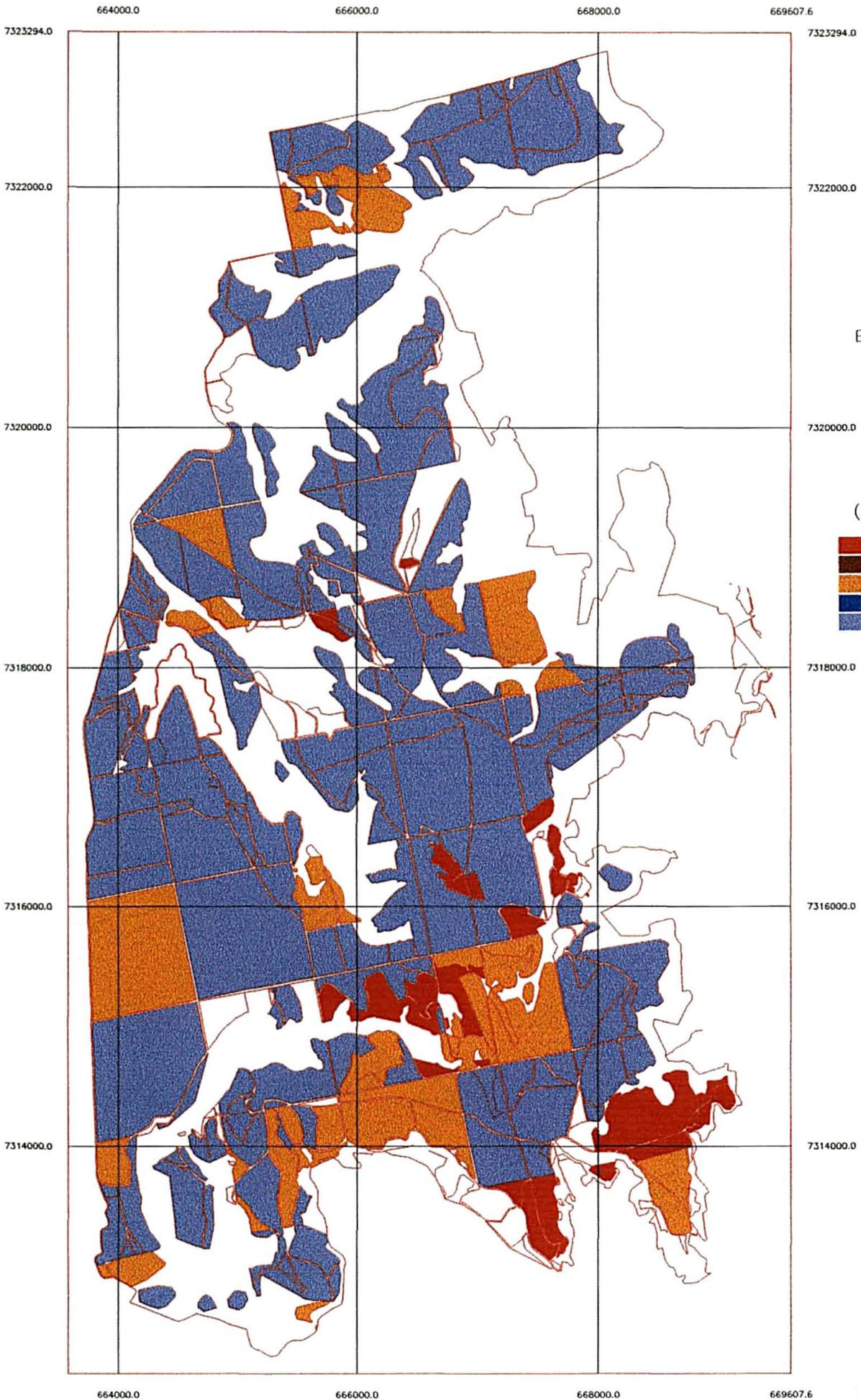
LEGENDA
(valores em R\$/ha)

- >8427.00 ~ 9259.00]
- >7596.00 a 8427.00]
- >6765.00 a 7596.00]
- [5102.00 a 5933.00]

MAPA – RECEITA TOTAL MEDIA PARA A ROTACAO 22 ANOS



MAPA – CUSTO TOTAL MEDIO PARA A ROTACAO 22 ANOS



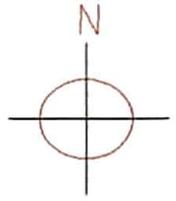
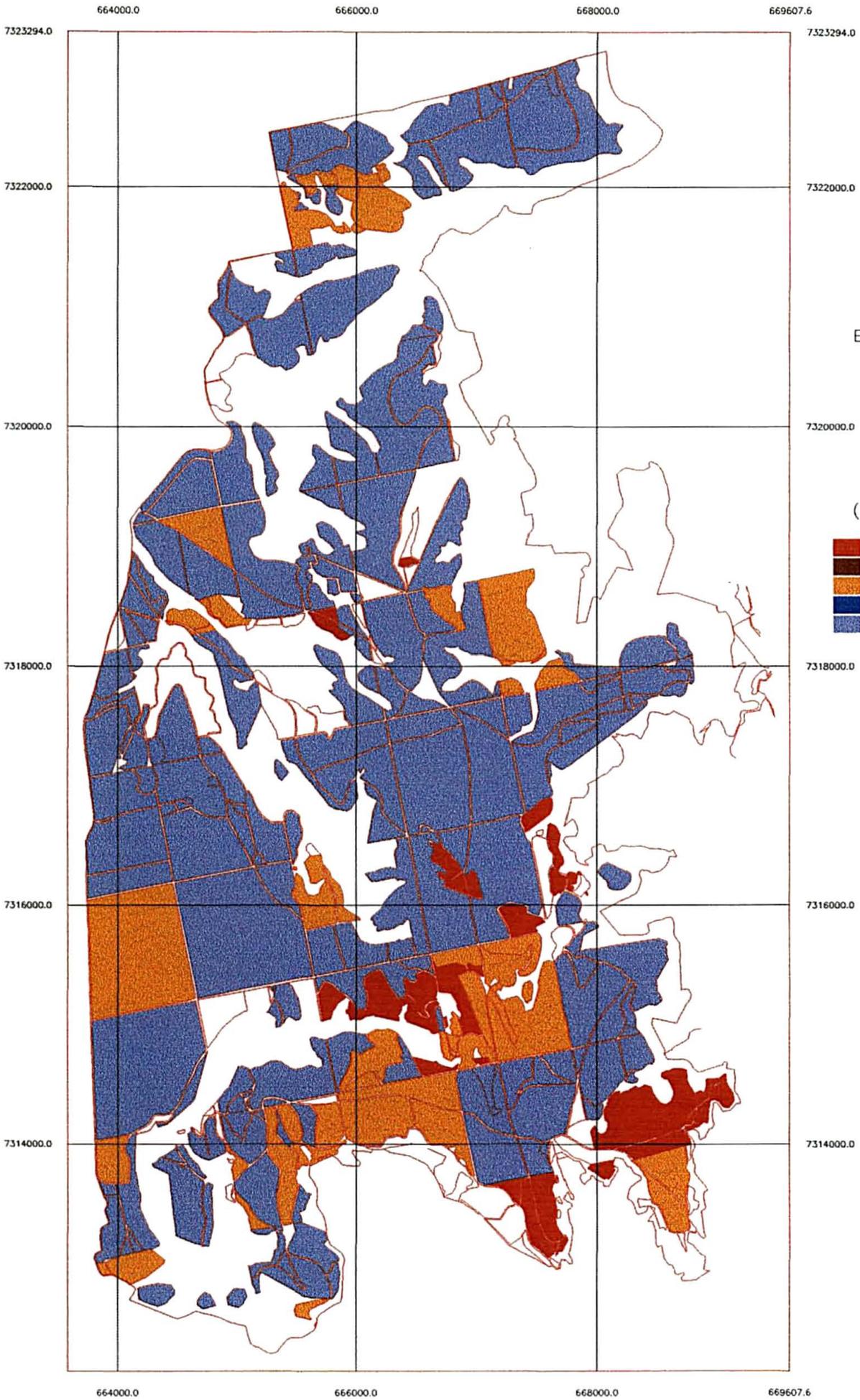
ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/ha)

- >583.00 a 613.00
- >523.00 a 553.00
- >494.00 a 523.00
- [464.00 a 494.00]

MAPA – RECEITA LIQUIDA MEDIA PARA A ROTACAO 22 ANOS

136



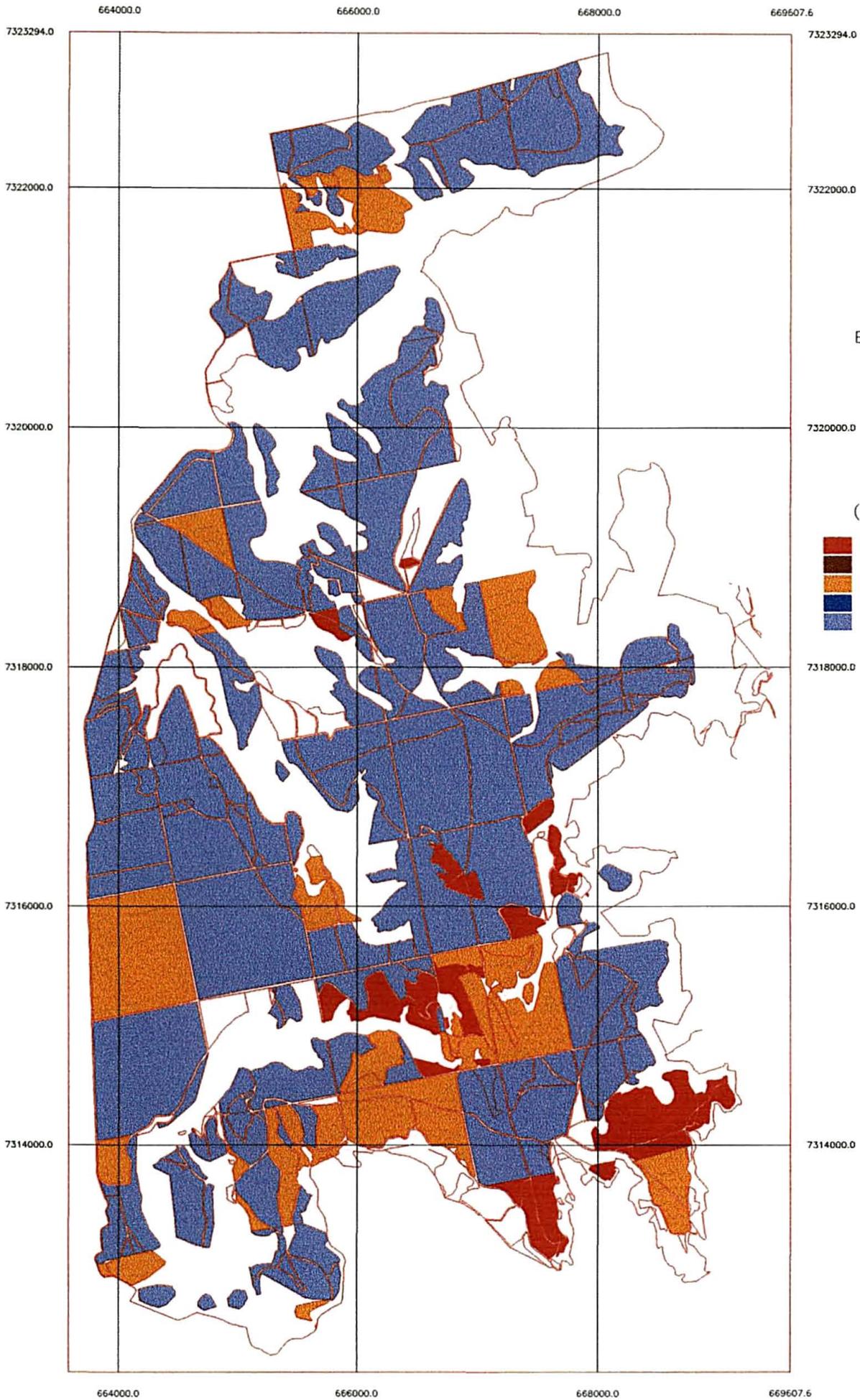
ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/ha)

- >383.00 a 420.00]
- >345.00 a 383.00]
- >307.00 a 345.00]
- >269.00 a 307.00]
- [231.00 a 269.00]

MAPA – VALOR PRESENTE RECEITA PARA A ROTACAO 22 ANOS

137

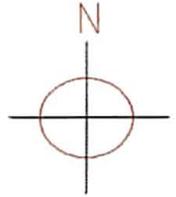
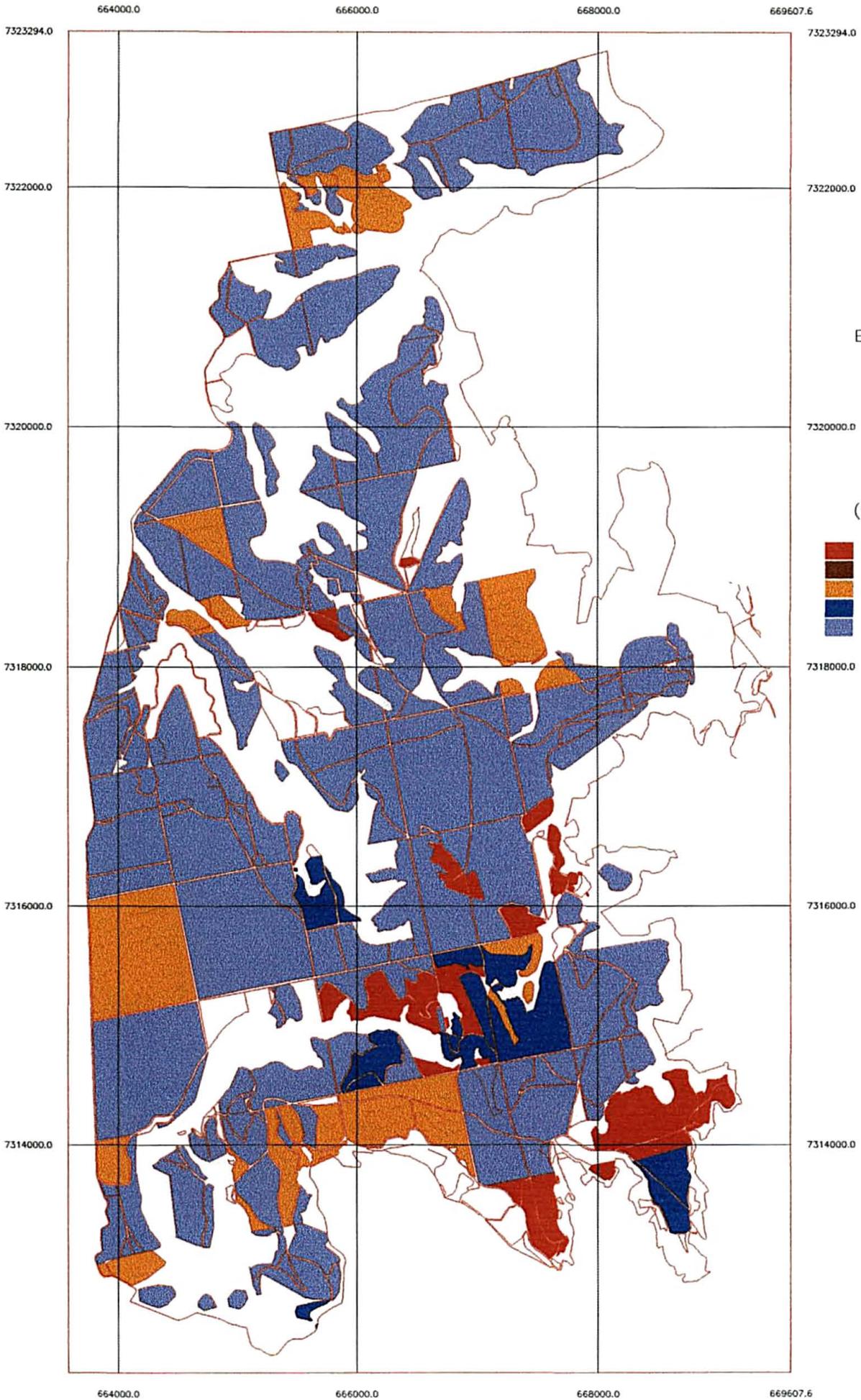


ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/ha)

- >5507.00 a 5896.00
- >4729.00 a 5118.00
- >4340.00 a 4729.00
- [3952.00 a 4340.00]

MAPA – VALOR PRESENTE DE CUSTOS PARA A ROTACAO 22 ANOS

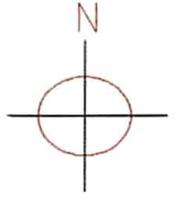
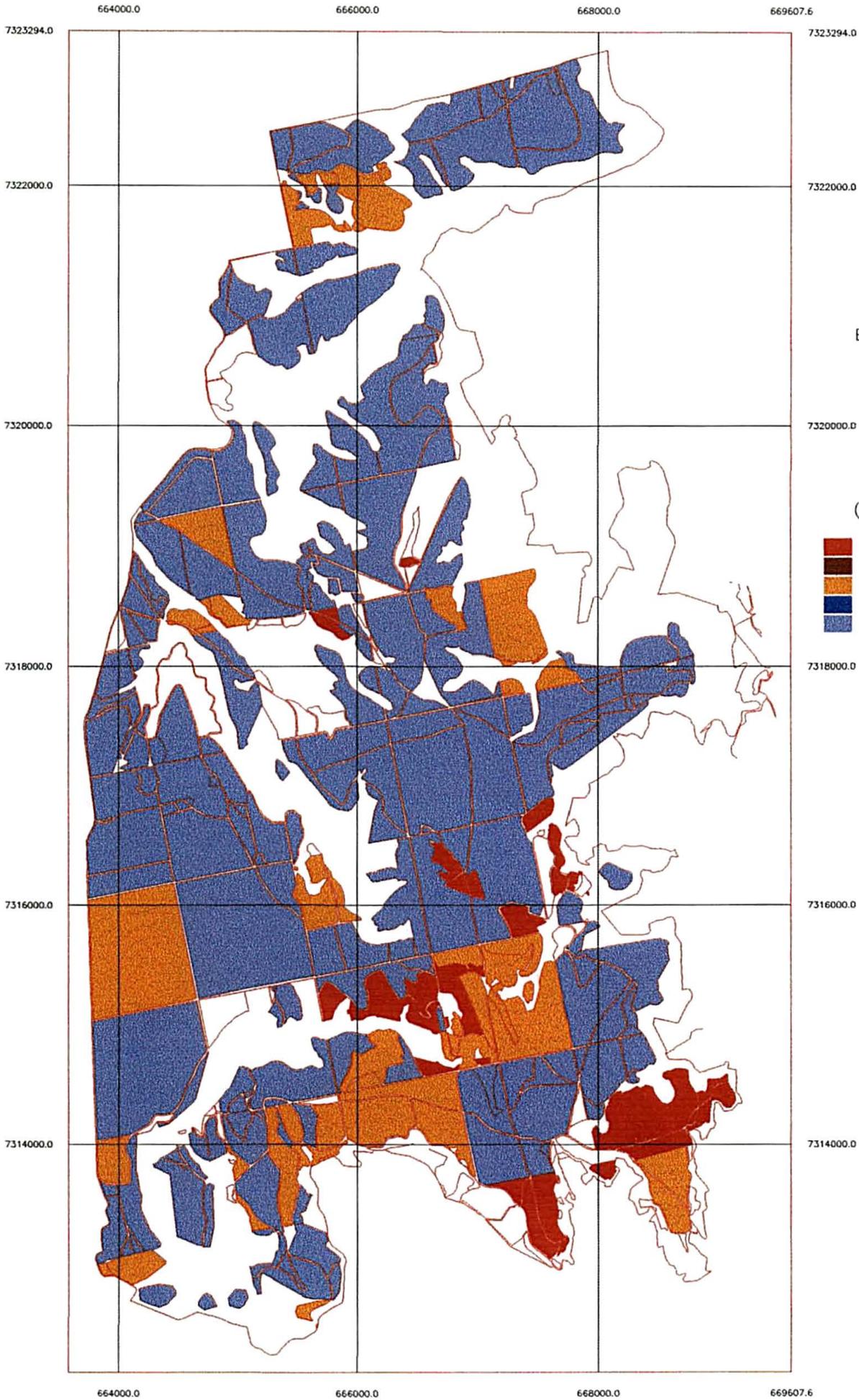


ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/ha)

- >4439.00 a 4617.00]
- >4261.00 a 4439.00]
- >4084.00 a 4261.00]
- >3906.00 a 4084.00]
- [3728.00 a 3906.00]

MAPA – VALOR PRESENTE LIQUIDO PARA A ROTACAO 22 ANOS

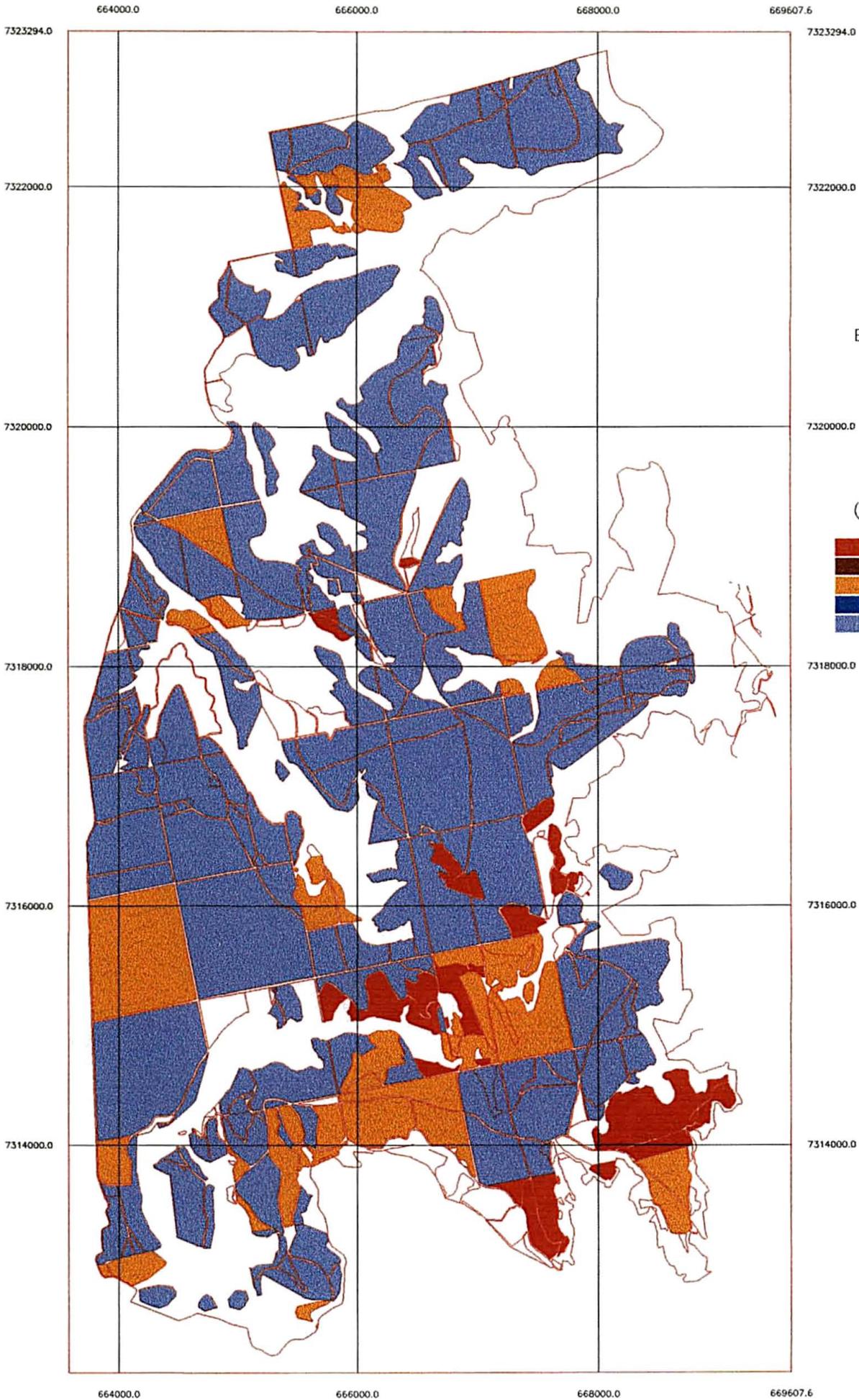


ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/ha)

-  >1067.00 a 1278.00]
-  >856.00 a 1067.00]
-  >434.00 a 645.00]
-  [224.00 a 434.00]

MAPA – VALOR PRESENTE LIQUIDO ANUALIZADO PARA A ROTACAO 22 ANOS

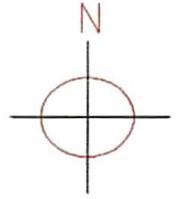
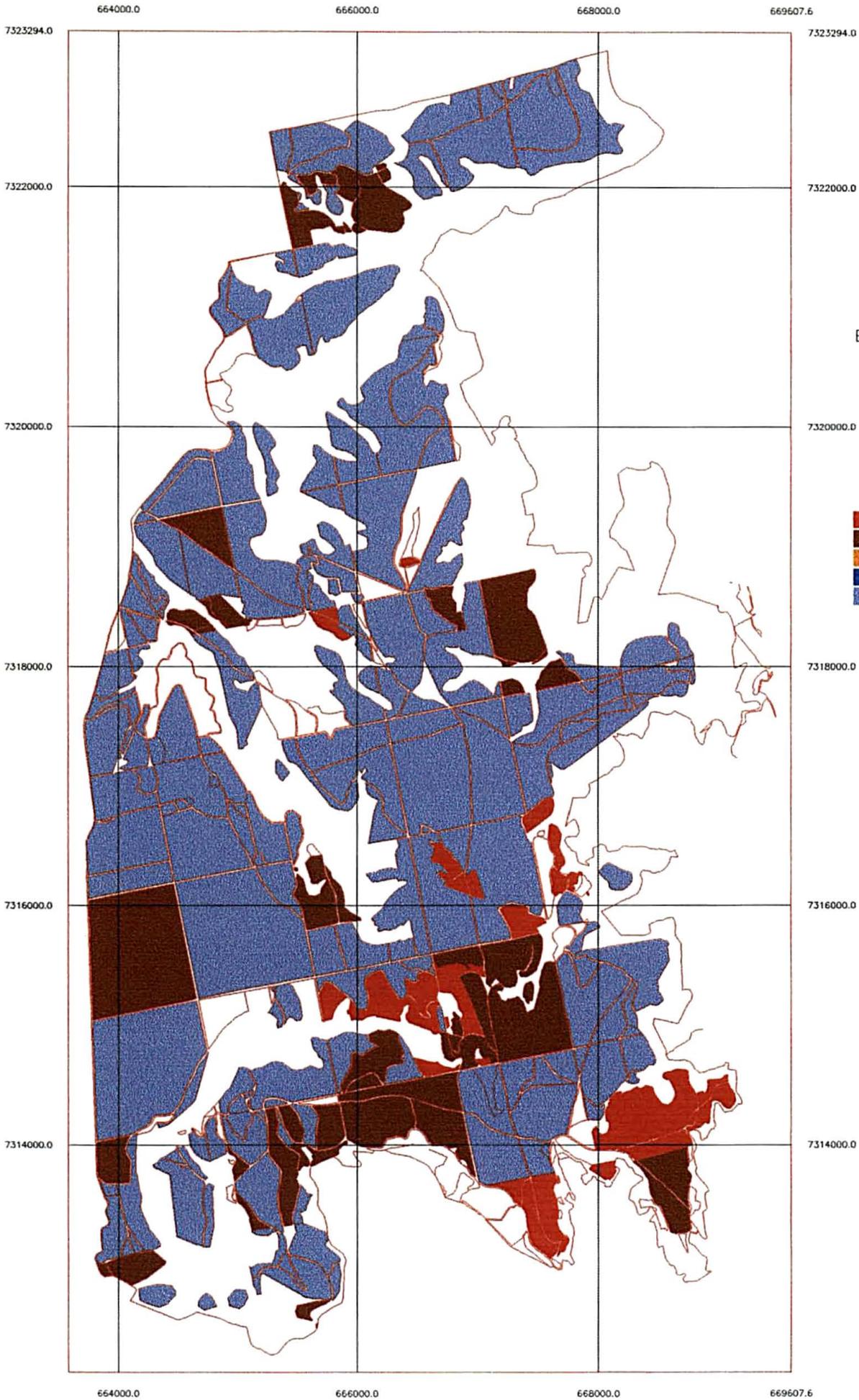


ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA
(valores em R\$/ha)

- >104.00 a 125.00]
- >83.00 a 104.00]
- >63.00 a 83.00]
- >42.00 a 63.00]
- [21.00 a 42.00]

MAPA – RELACAO BENEFICIO/CUSTO PARA A ROTACAO 22 ANOS

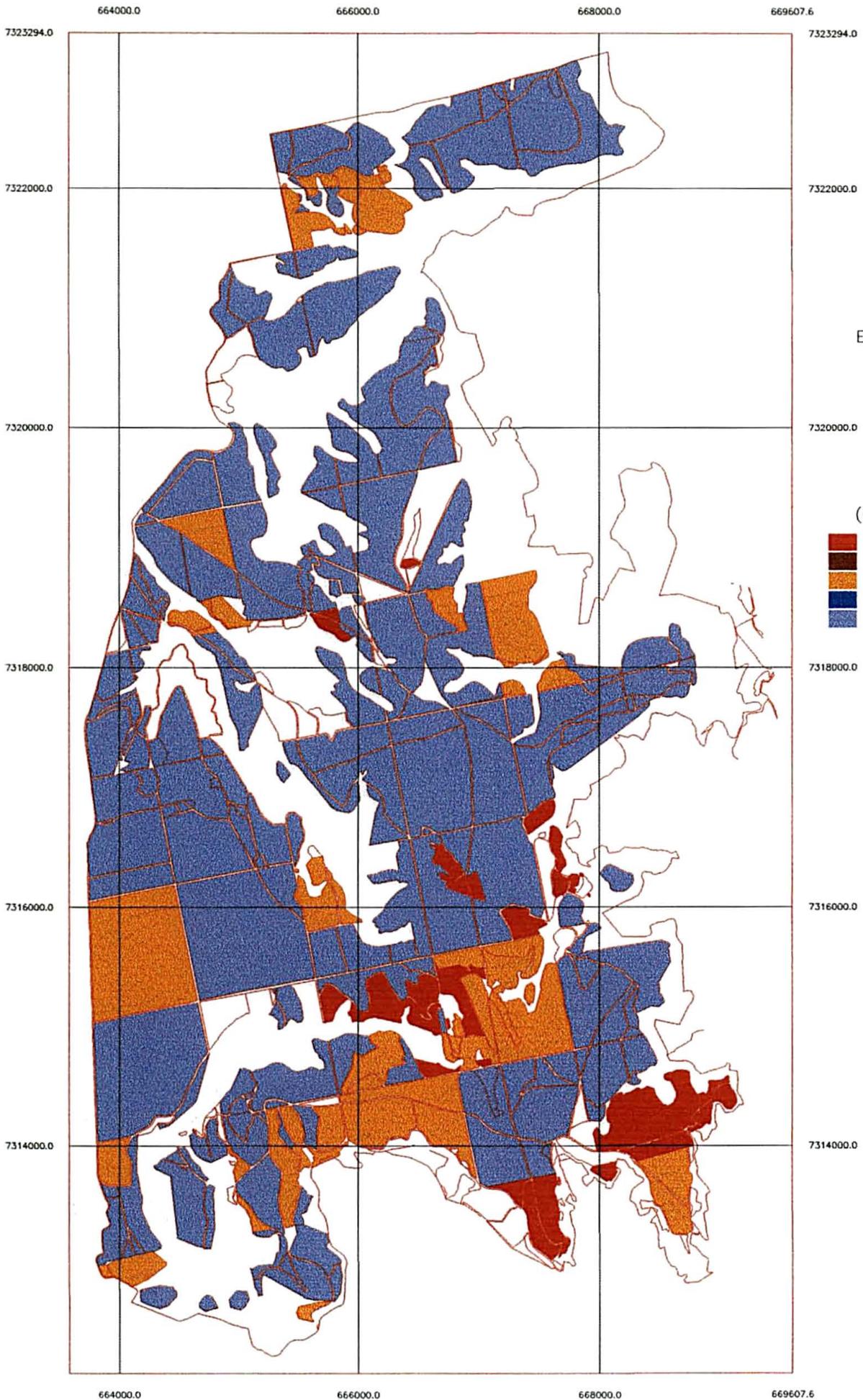


ESCALA: 1 : 46.000

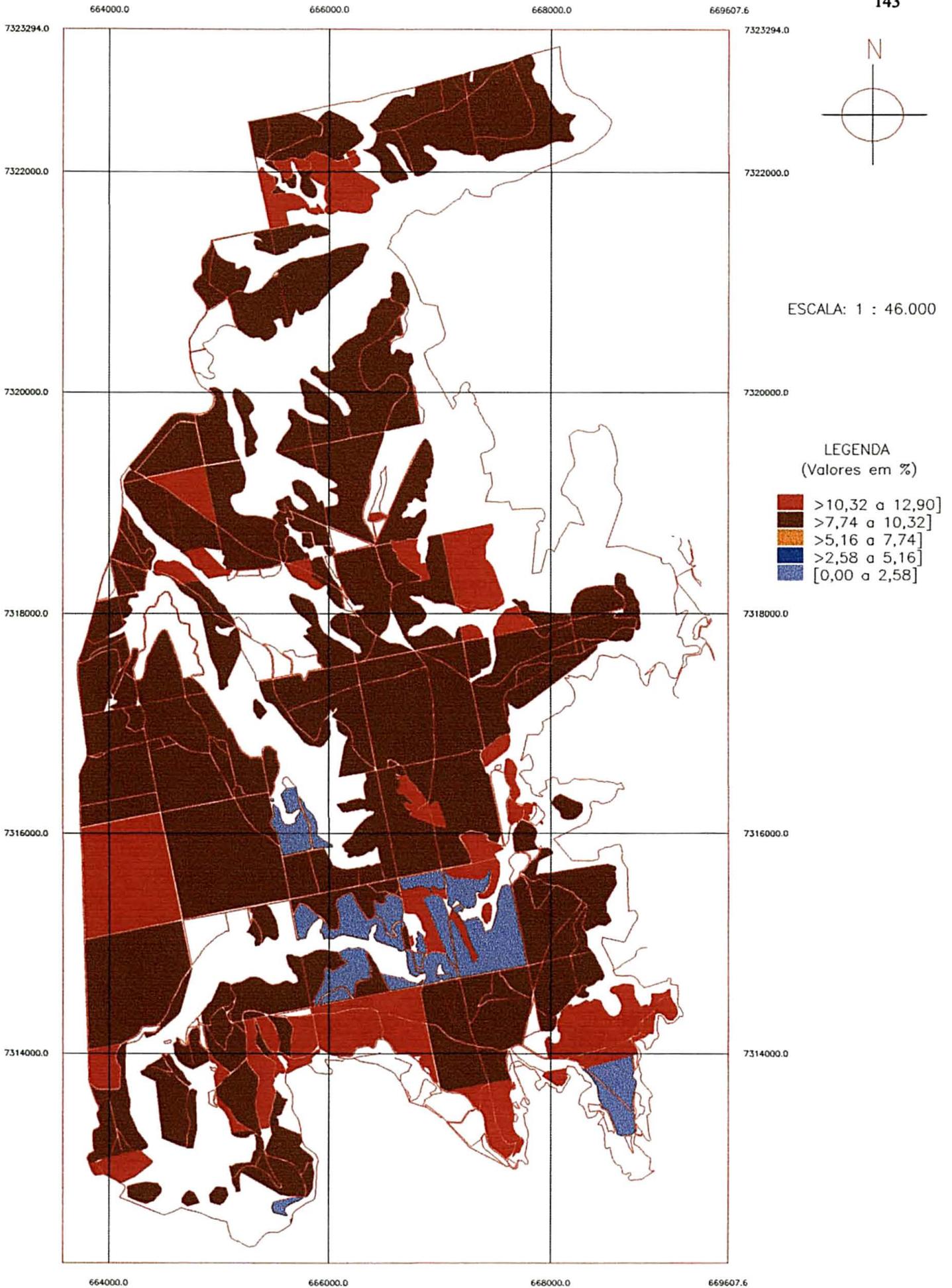
LEGENDA

- >1.24 a 1.28]
- >1.19 a 1.24]
- >1.15 a 1.19]
- >1.10 a 1.15]
- [1.06 a 1.10]

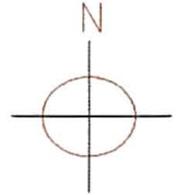
MAPA – VALOR ESPERADO DA TERRA PARA A ROTACAO DE 22 ANOS



MAPA – TAXA INTERNA DE RETORNO PARA A ROTACAO DE 22 ANOS



MAPA – ESPACIALIZAÇÃO E RECLASSIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE SÍTIO

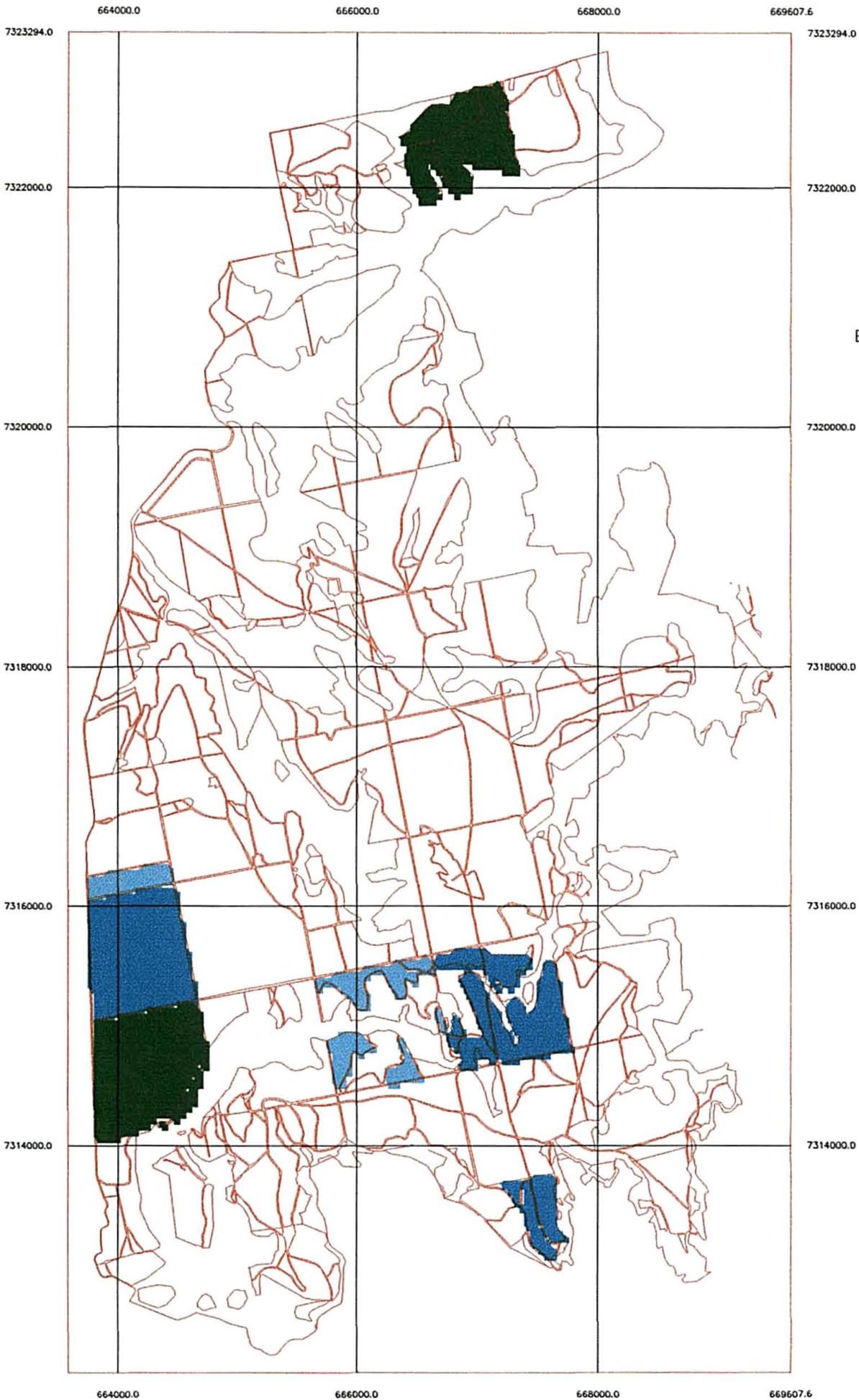


ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA

-  MuitoBaixo
-  Baixo
-  Médio
-  Moderado
-  Alto

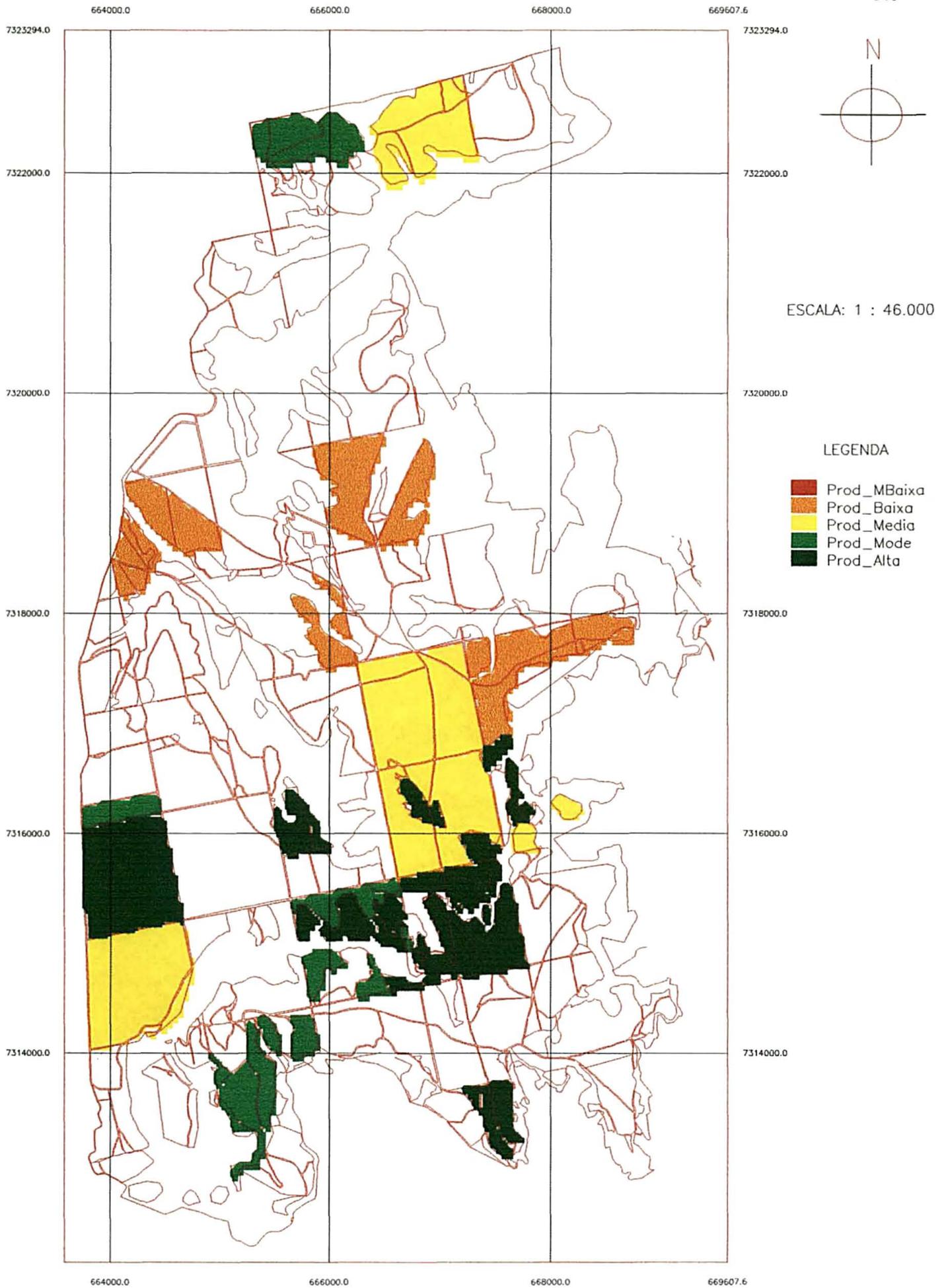
MAPA – ESPACIALIZACAO E RECLASSIFICACAO DA PRODUCAO PARA LAMINACAO EM 2014



ESCALA: 1 : 46.000

LEGENDA

- MuitoBaixa
- Baixa
- Media
- Moderada
- Alta



7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. S.; FELGUEIRAS, C. A.; SHIMABUKURO, Y. E. Sistema de informação geográfica aplicado ao manejo de florestas implantadas. In: GEOPROCESSAMENTO São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p.262-265.

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

ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE, 1998. 242 p.

ANDRADE, L. Imagens de satélites auxiliam no gerenciamento florestal. **Silvicultura**, São Paulo, v. 15, n. 57, p. 24-27, set./out., 1994.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 274 p.

BARDDAL, S. M. **A utilização do SIG na Klabin**. Curitiba: UFPR/CIEG, 1995.

BARBARA, A. Geoprocessamento, futuro do setor florestal brasileiro. **Silvicultura**, São Paulo, v. 13, n. 50, p. 36-42, jul./ago., 1993.

BASKERVILLE, G. L. GIS and the decision-making process. In: HEIT, M.; SHORTREID, A. (Ed.). **GIS applications in natural resources**. Fort Collins: GIS World, 1991. p.3-5.

BIERWAGEN, R.; ONUKI, M.; BERGAMASCHI, R. Integração SIG-SAS cadastro florestal para implantação de um sistema de informações florestais. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Atilio A. Disperati, 2000. p. 69-77.

BRINKER, R. W.; JACKSON, B. D. Using a geographic information system to study a Regional wood procurement problem. **Forest Science**, Lawrence, US, v. 37, n. 6, p. 1614-1631, 1991.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographic information systems for land resources assessment**. Oxford: Claredon Press, 1989. 200 p.

BURROUGH, P. A. Soil information systems. In: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (Ed.). **Geographical information systems: principles and applications**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1991. v. 2. p.153-169.

CAIXETA FILHO, J. V. et. al. Desenvolvimento de protótipo computacional utilizando a tecnologia de sistemas de informações geográfica: aplicação ao planejamento de transporte de empresas florestais. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 1991. p. 169-189.

CÂMARA, G. **Modelo de dados para sistemas de informações geográficas**. São José dos Campos, 1995. Tese.(Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

CÂMARA, G. et. al. **Anatomia de sistemas de informação geográfica**. Campinas: Instituto de Computação-Unicamp, 1996.

CHUVIECO, E.; SALAS, J. Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS. **International Journal of Geographical Information Systems**, Hants, v. 10, n. 3, p. 333-345, 1996.

COPELAND, K. The enabling effect. In: HEIT, M.; SHORTREID, A. (Ed.). **GIS applications in natural resources**. Fort Collins: GIS Wold, 1991. p.7-10.

COUTO, H. T. Z. **Sistemas de informações geográficas: aplicações florestais**. Piracicaba: IPEF, 1993. 18p. (Série Técnica).

COUTO, H. T. Z.; VETORAZZI, C. A. A tecnologia do geoprocessamento para engenharia florestal. In: GEOPROCESSAMENTO. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p. 204-208.

DALE, P. F. Land information systems. In: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (Ed.). **Geographical information systems: principles and applications**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1991. v. 2. p. 85-99.

DANGERMOND, J. Where is the technology leading us? In: HEIT, M; SHORTREID, A. (Ed.). **GIS applications in natural resources**. Fort Collins: GIS World, 1991. p.11-15.

FRANK, A. F. The use of geographical information system: the user interface is the system. In: MEDYCKYJ-SCOTT, D.; HEARNshaw, H. M. **Human factors in geographical information systems**. London: Bethaven Press, 1993. p. 3-14.

FREITAS, C. O. A.; BRANDALIZE, M. C. **Recuperação ambiental da área degradada pela mineração de xisto em São Mateus do Sul-PR**. Trabalho apresentado no GIS BRASIL 97, 1997, Curitiba. 1 CD-ROM.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações**: aplicações geodésicas. Curitiba: Ed. da UFPR, 1994.

MAPPING systems: general reference. Sunnyvale: Trimble, 1993.

HARDT, L. P. A. Estudos da paisagem com uso do geoprocessamento. In: SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 28., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Centro Acadêmico de Engenharia Florestal 96/97, 1997.

HOFFER, R. M. Basic concepts of geographic information systems and remote sensing for forest resource management. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 1991. p. 305-331

KRONKA, F. J. N. et. al. Técnicas de geoprocessamento no levantamento da vegetação e na estruturação de bases cartográficas de unidades de conservação do Instituto Florestal de São Paulo. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Atilio A. Disperati, 2000. p. 57-68.

KUSHWAHA, S. P. S. et al. Interfacing remote sensing and GIS methods for sustainable rural development. **International Journal Remote Sensing**, Hants, v. 17, n.15, p.3055-3069, 1996.

LECKIE, D. G.; GILLIS, M. D. Forest inventory in Canadá with emphasis on map production. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 71, n. 1, p.74-88, Jan./Feb., 1995.

LEVINSOHN, A. G.; BROWN, S. J. GIS and sustainable development in natural resource management. In: HEIT, M.; SHORTREID, A. (Ed.). **GIS applications in natural resources**. Fort Collins: GIS World, 1991. p. 17-20.

MAcLEAN, H. E. Smart maps: forestry's newest frontier. **American Forests**, Washington, DC, v. 101, n. 3/4, p. 13-20, Mar./April, 1995.

MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (Ed.). **Geographical information systems: principles an aplications**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1991. v. 1.

MARBLE, D. F. Geographic information systems. In: PEUQUET, D. J.; MARBLE, D. F. **Introductory readings in geographic information systems**. London: Taylor & Francis, 1990. p.8-17.

MEDEIROS, J. S. Utilização de sistema de informações geográficas como ferramenta auxiliar no gerenciamento florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 93-101.

MEDEIROS, J. S. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território**. São Paulo, 1999. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1999.

MIRANDA, J. R.; PERSON, G; BATISTELLA, M. **Sistema de prevenção e combate a incêndios florestais no município de Campinas, SP**. Trabalho apresentado no GIS BRASIL 97,1997, Curitiba. 1 CD-ROM.

MITISHITA, E.A. Modelo digital de terreno e suas aplicações na área florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 49-60.

MITISHITA, E. A. **Monorestituição digital de aerofotos, associada com sistema de computação gráfica C.A.D., para fins de mapeamento na área florestal.** Curitiba, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MONTGOMERY, G. E.; SCHUCH, H. C. AM/FM/GIS and their markets. In: _____. **GIS data conversion handbook.** Fort Collins: GIS World, 1993. p. 1-26.

MOTTA, L. P. et al. Utilização do sistema de informações geográficas e da distância virtual na otimização do transporte florestal rodoviário. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 3, p.381-394, 1996.

NADOLNY, M. C. **Aplicabilidade de um sistema de informações geográficas e imagens de sensor aerotransportável para o planejamento florestal** Curitiba, 1996, Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

OLIVEIRA, E. B. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de Pinus taeda L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo.** Curitiba, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

RODRIGUES, M. Introdução ao geoprocessamento. In: GEOPROCESSAMENTO. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p. 1-26.

SILVA, J. R. C. Estudo da mudança de uso da terra através de um sistema de análise georeferenciada. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 451-147, 1993.

SILVA, L. P.; SILVA FILHO, E. P. **Técnicas de geoprocessamento aplicados na identificação das áreas suscetíveis a erosão na APA Serra dos Parecis-Alto Alegre dos Parecis-RO.** Trabalho apresentado no GIS BRASIL 97, 1997, Curitiba. 1 CD-ROM.

SIMÕES, M. **Unidades ecológicas-econômicas e novas técnicas de geoprocessamento como subsídio para o planejamento regional.** Trabalho apresentado no GIS BRASIL 97, 1997, Curitiba. 1 CD-ROM.

TAYLOR, D. R. F. GIS and developing nations. In: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (Ed.). **Geographical information systems: principles and applications**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1991. v. 2. p. 115-125.

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. Introdução. In:____.Introdução aos sistemas de informação geográfica. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1992. p.7-9

VENTURI, N. L. GIS aplicado na área florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 4., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Atilio A. Disperati, 2000. p.143-157.

WEBER, L. S.; MADRUGA, P. R. A.; GIOTTO, E. Uso de SIG na elaboração de mapa de oportunidade para florestamento e reflorestamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (1993: Curitiba). P. 331-338

XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. Sistemas de informação geográfica: uma proposta metodológica. In: IV CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO (1993: São Paulo) p. 609-628

ZACK, J. A.; MINNICH, R. A. Integration of geographic information systems with a diagnostic wind field model for management. **Forest Science**, Lawrence, US, v. 37, n. 2, p. 560-573, 1991.