

JOSÉ ROBERTO PROCÓPIO

**ESTRUTURAÇÃO DE DADOS GEOAMBIENTAIS NO
CONTEXTO DE PLANTAÇÕES FLORESTAIS**



Monografia apresentada ao Curso de
Especialização em Geoprocessamento da
Universidade Federal de Minas Gerais para a
obtenção do título de Especialista em
Geoprocessamento

Orientador:
Prof. MARCOS ANTÔNIO TIMBÓ ELMIRO

2002

Procópio, José Roberto
Estruturação de dados Geoambientais no contexto de Plantações
Florestais. Belo Horizonte, 2002.

57p. il

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais.
Departamento de Cartografia.

1. Geoprocessamento 2. Dados Ambientais 3. Reflorestamento 4.
Cartografia Temática. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências.
Departamento de Cartografia

A Deus, guia da nossa Caminhada
A minha querida família, sempre
muito presente na minha
caminhada, principalmente meus
pais José Procópio e Maria
Maximiana (in memória), minha
esposa Ana Maria e os filhos
André Luiz e Lucas Augusto.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Minas Gerais, por aceitar-me, como aluno no seu curso de Especialização em Geoprocessamento.

A todos os professores, com gratidão e carinho especial aos professores Marco Antônio Timbó Elmiro, Ana Clara Mourão Moura, Maria Márcia Magela Machado e Eliane Voll pelos ensinamentos, orientação e principalmente pelo esforço e dedicação em transmitir seus conhecimentos e experiência de forma clara.

Aos meus colegas de curso, representados pelo Horus, Clery, Sergio e Rogério, pela amizade, convivência e incentivo ao longo do curso.

À Companhia Suzano de Papel e Celulose, pelos arquivos da base cartográfica, nas pessoas do Sr. Sebastião Galanti e Sra. Liliana Mello.

Aos meus colegas de serviço representado pelo Engenheiro Paulo Torres, pelas sugestões e esclarecimentos apresentados.

Aos demais amigos que de forma direta ou indireta, contribuíram para tornar possível à realização deste sonho.

RESUMO

A madeira é uma das primeiras fontes de energia utilizada pelo homem, e sua utilização começou provavelmente de 800.000 A.C. ao 500.000 A.C., com o decorrer dos anos apesar das múltiplas aplicações que adquiriu, ainda, continua sendo principal fonte de energia em muitos países, especialmente os subdesenvolvidos. No Brasil a sua exploração desordenada e sem critérios fez com que o País retirasse, principalmente, na região sudeste quase a totalidade da sua cobertura vegetal nativa.

Em 4 de setembro de 2002 o Brasil assinou acordo com o Banco Mundial dando início ao Mercado Brasileiro de Certificado de Emissões Reduzidas , ou “Crédito de Carbono”, no âmbito do Protocolo de Kyoto e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, cuja meta é reduzir as emissões de gases de efeito estufa no “Setor Siderúrgico”, por meio da substituição do carvão mineral por carvão vegetal originário de plantações florestais ambientalmente sustentáveis e certificadas.

As cartografias automatizada e temática são hoje ferramentas imprescindíveis para o planejamento e monitoramento de maciços florestais, pois representam agilidade e precisão nas análises espaciais, e excelente veículo de comunicação.

ABSTRACT

Wood is one of the first sources of energy used by men. Its use probably started around 800.000 bC or 500.000 bC. Wood has acquired multiple applications, however, it still remains the main source of energy in many countries, specially in developing ones. In Brazil, its disordered and unplanned exploration made the country withdraw, specially in the Southeast region, almost all its native vegetable covering.

On the 4th of September, 2002, Brazil signed an agreement with the World Bank, starting the Brazilian Market of Reduced Emissions Certificate (Mercado Brasileiro de Certificado de Emissões Reduzidas) or “Carbon Credit” (Crédito de Carbono), according to the Kyoto Protocol and Mechanism of Clean Development. Its aim is to reduce the gases emissions from greenhouse effect in “Iron and Steel Sector,” and to replace coal by charcoal from environmentally sustainable and certificated plantations.

Automatic and thematic cartographies are today essential tools for the planning and monitoring of forest thickets because they represent quickness and accuracy in spatial analysis and they are also excellent means of communication.

SUMÁRIO

1. Introdução
2. Revisão Bibliográfica
 - 2.1 Conceito e Processos
 - 2.2 Parâmetros
3. Materiais e Métodos
 - 3.1. Infra - Estrutura
 - 3.1.1. Local de Trabalho
 - 3.1.2. Softwares
 - 3.1.2.1. Pathfinder Office 2.51
 - 3.1.2.2. Sistema topoGRAPH (segunda edição)
 - 3.1.2.3. SPRING 3.6
 - 3.1.2.4. Microstation Geoterrain
 - 3.1.2.5. ArcView 8.1
 - 3.1.3. Equipamentos Utilizados
 - 3.1.3.1. Receptor Pathfinder Pro XR
 - 3.1.3.2. Micro-computador Laboratório UFMG
 - 3.1.3.3. Micro-computador Geodados Ltda
 - 3.2. Metodologia / Etapas do Projeto
 - 3.2.1. Aquisição dos Dados Espaciais
 - 3.2.2. Aquisição dos Dados Alfanuméricos
 - 3.2.3. Preparação da Base Cartográfica
 - 3.2.4. Exportação da Base Cartográfica do topoGRAPH para outros softwares
 - 3.2.5. Importação de dados alfanuméricos para o Arc View 8
 - 3.2.6. Elaboração de Cartas Temáticas
 - 3.2.7. Exportação das Cartas Temáticas para o Arc View 8
 - 3.2.8. Avaliação dos Resultados
4. Desenvolvimento
 - 4.1. Base Cartográfica
 - 4.2. Banco de dados
 - 4.3. Ligação de dados cartográficos a alfanuméricos
 - 4.4. Modelo Digital do Terreno - MDT
 - 4.5. Criação de cartas temáticas
 - 4.6. Mapas criados

- 4.6.1. Base Cartográfica
- 4.6.2. Projetos de Reflorestamento
- 4.6.3. Produtividade
- 4.6.4. Hipsometria ou Altimetria
- 4.6.5. Declividades
- 4.6.6. Insolação
- 4.6.7. Parte Áreas de Preservação Permanente
- 4.6.8. Solos
- 4.7. Relacionamentos entre Temas Distintos
 - 4.7.1. Produtividade x Solos
 - 4.7.2. Produtividade x Declividades
 - 4.7.3. Produtividade x Insolação
 - 4.7.4. Produtividade x Hipsometria
- 5. Conclusões
- 6. Bibliografia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Visualização do receptor Pathfinder Pro XR/Beacon, da Trimble

Figura 2 - Visualização da tela do software Pathfinder Office 2.51 durante o processo de transferência de dados.

Figura 3 – Visualização da tela do software SPRING com a imagem LANDSAT 7 georreferenciada.

Figura 4 - Visualização da tela do software SPRING com os dados vetorizados.

Figura 5 - Visualização da tela do aplicativo mdb2shapefile utilizado na ligação da base cartográfica com o banco de dados.

Figura 6 – Visualização da tela do modulo ArcMap do ArcView 8 com a base cartográfica importada do topoGRAPH.

Figura 7 – Visualização da tela do ArcView 8 com a tabela de atributos da base cartográfica com os atributos de interesse ao trabalho importados do banco de dados.

Figura 8- Visualização da Malha regular de toda a área na Vista Isométrica.

Figura 9- Visualização de um detalhe da Malha regular na Vista Isométrica.

Figura 10- Visualização da malha regular de toda a área na vista isométrica com efeitos de renderização e luz solar ativada.

Figura 11- Carta base Cartográfica tendo ao fundo imagem satélite Landsat7.

Figura 12 - Carta Temática Projetos de Reflorestamento

Figura 13 - Carta Temática de produtividade

Figura 14 - Carta Temática de Hipsometria ou Altimetria.

Figura 15 - Carta Temática de Declividades

Figura 16 - Carta Temática de Insolação.

Figura 17 - Carta Temática parte Áreas de Preservação Permanente

Figura 18 - Carta Temática de Solos.

Figura 19 - Carta Temática produtividade alta x Solos

Figura 20 - Carta Temática produtividade alta x Declividades

Figura 21 - Carta Temática produtividade alta x Insolação

Figura 22 - Carta Temática produtividade alta x Hipsometria

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre grades regulares e triangulares.

Tabela 2 – Distribuição dos projetos.

Tabela 3 – Distribuição da produtividade.

Tabela 4 – Distribuição da área estudada nas faixas de altitude.

Tabela 5 – Distribuição da área estudada nas faixas de declividades.

Tabela 6 – Distribuição da área estudada nos períodos de exposição solar.

Tabela 7 – Distribuição da área estudada nas classes de solos.

Tabela 8 – Distribuição da área de produtividade alta nas classes de solos.

Tabela 9 – Distribuição da área de produtividade alta nas faixas de declividades.

Tabela 10 – Distribuição da área de produtividade alta nos períodos de exposição solar.

Tabela 11 – Distribuição da área de produtividade alta nas faixas de altitude.

1. Introdução

A agricultura por depender de fatores em constante mudança no tempo e espaço, é um dos ramos de atividade mais dinâmicos que temos conhecimento. Fatores relacionados ao solo, relevo, clima e à própria espécie cultivada influenciam isoladamente ou em conjunto o seu desenvolvimento; somando-se ainda a ação antrópica, que interfere no desenvolvimento da cultura, positiva quando se faz presente na forma de irrigação, e negativa quando sua presença é na forma de queimadas.

A globalização da economia, competitividade de preços e qualidade dos produtos, aliada a pressão pela maior conservação dos recursos naturais, menor poluição do solo estão induzindo a novas mentalidades na condução do processo produtivo, buscando conseguir maior eficiência e melhor controle dos dados do campo. Os principais problemas ambientais da agricultura abrangem a água, solo, ar, qualidade dos produtos e a depreciação de recursos naturais. Condições convencionais dos empreendimentos agrícolas, significam tratamentos homogêneos em áreas, que por menor que sejam nunca são totalmente uniformes. O acompanhamento e gerenciamento deste grande volume de dados em mutação no tempo e espaço, são fundamentais para se atingir o máximo de rendimento utilizando o máximo das potencialidades dos recursos disponíveis, com o mínimo de degradação do meio ambiente.

As buscas da uniformidade da produção, com melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, são objetos de estudo há algum tempo, no entanto, somente com a recente disponibilidade de tecnologias que permitem esse gerenciamento é que esse objetivo tornou-se viável. Dentre essas tecnologias, destacam-se os avanços da eletrônica e informática, bem como aquelas ligadas ao geoprocessamento, as chamadas geotecnologias.

O presente trabalho utilizando ferramentas de geoprocessamento apresenta propostas para aquisição, manipulação e tratamento destes dados, dos quais serão extraídas informações que além de possibilitar o acompanhamento e o gerenciamento dos empreendimentos florestais (reflorestamento), objeto do nosso estudo, possibilitam também o planejamento, diagnóstico e prognoses destes empreendimentos.

De acordo com SILVA (2001):

“O planejamento ambiental é um processo no qual são executados o levantamento e o diagnóstico das condições ambientais com o objetivo de otimizar o uso dos recursos

ambientais disponíveis. Pode dirigir-se à exploração pouco ordenada ou mesmo desordenada destes recursos ou, inversamente, orientar-se no sentido da sua utilização racional e não predatória. Neste caso deverá contemplar a manutenção das condições de regeneração ambiental indisponíveis ao aproveitamento sustentado destes mesmos recursos.

O processo de planejamento ambiental geralmente origina documentos – um plano de ação – nos quais são apresentados os resultados dos levantamentos, diagnósticos e feitas prognoses e recomendações quanto ao uso atual e futuro dos recursos ambientais. O planejamento, que é um processo dispendioso e demorado, não deve ser confundido com seu produto, que é o plano de ação (plano de manejo ou plano diretor). O que pode causar confusão, possivelmente, é que o processo de planejamento pode continuar após o início da implementação do plano de ação correspondente a planejamentos anteriores. Esta continuação do planejamento, que em princípio se dirige à elaboração de novos planos de ação, pode resultar em modificações necessárias no plano preestabelecido e em execução. No entanto, fazer dessas correções de rumo a precípua finalidade do planejamento pode tornar excessivamente instáveis as condições de aplicação do plano de ação, desvirtuando-o e praticamente eliminando sua eventual eficácia.”

2. Revisão Bibliográfica

Antes de abordarmos os conceitos, processos e parâmetros que deram suporte ao presente estudo, vale a pena citar algumas definições de geoprocessamento.

Segundo Rocha (2000),

“Definindo-se Geoprocessamento como uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e

apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.”

Segundo Silva (2001),

“Geoprocessamento é um conjunto de técnicas de processamento de dados, destinado a extrair informação ambiental a partir de uma base de dados georreferenciada.”

Segundo Rodrigues (1993),

“Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltadas para um objetivo específico.”

2. 1. Conceito e Processos

Portanto com o geoprocessamento procuramos extrair modelos reproduzíveis do mundo real, transferindo ordenadamente os dados destes modelos, sobre bases cartográficas, através de um sistema de referência apropriado para o sistema computacional.

Antes da aquisição de dados em geoprocessamento devemos definir com muita clareza os objetivos e grau de precisão desejado, para definição dos parâmetros, indicadores e dados necessários. Temos a seguir os processos tecnológicos utilizados para aquisição dos dados no presente estudo.

- **Digitalização** – Processo de transferência dos dados gráficos em papel (mapas) para a forma digital. No presente estudo utilizamos um scanner, para obter a imagem (raster) e com vetorização manual foram gerados mapas com estrutura vetorial;
- **GPS** – Global Positioning System ou Sistema de Posicionamento Global foi projetado e desenvolvido pelo departamento de Defesa Americano, para ser utilizado principalmente na navegação com propósitos militares. Devido a grande precisão do sistema e o desenvolvimento de receptores mais eficazes passou a ser utilizado pela comunidade civil. No presente estudo foi utilizado para obter pontos de controle para georreferenciar a imagem de satélite e a base cartográfica;
- **Modelo Digital do terreno** – Fonte rica de dados para geoprocessamento, gera vários planos de informação através das suas funções matemáticas.

Segundo ROCHA (2000),

“Simplificando o MDT pode ser definido com a representação matemática de uma superfície, através das coordenadas X, Y e Z.”

“Atualmente, esta expressão traduz, não apenas a feição altimétrica de uma região, mas qualquer outra característica do terreno a ser representada de forma contínua, como por exemplo temperatura, vegetação, hidrologia, geologia, poluição, tipo de solo, regiões do corpo humano e outras.”

“O processo de geração de um MDT consta de três etapas:

- *Aquisição de dados;*
- *Edição de dados;*
- *Geração do Modelo Digital do Terreno.”*

“A aquisição de dados é realizada através de três processos:

- *Digitalização;*
- *Restituição Fotogramétrica;*
- *Levantamento de Campo Direto.”*

Conforme destaca o mesmo autor:

“Esta aquisição de dados não deve feita aleatoriamente. No processo de amostragem, devem ser levantados os pontos representativos da topografia ou da superfície de interesse, procurando-se cobrir toda a área amostrada na densidade necessária às particularidades locais. Neste processo, deve-se considerar, principalmente, os pontos característicos do terreno tais como:

- *Pontos notáveis – altos, baixos e nas mudanças de declive;*
- *Linhas de estrutura – linhas naturais do terreno: cristas, vales, talvegues e rios;*
- *Breaklines – linhas construídas como estradas muros, etc;*
- *Áreas planas – áreas existentes ou construídas que possuem a mesma cota, como platôs, campos de futebol, lagos e outras.”*

Como dito anteriormente, a aquisição de dados neste trabalho, foi através da digitalização da folha do Sistema Cartográfico Nacional e o Modelo Digital do Terreno – MDT foi gerado no Microstation, no módulo Geoterrain, que utiliza o modelo de grades de pontos, que podem ser triangulares, quadradas, retangulares, hexagonais, etc. Os modelos que trabalham com grades regulares e triangulares são mais representativos, portanto, mais utilizados.

De acordo com MOURA E ROCHA (2001),

“As grades regulares são representações matriciais onde cada elemento da matriz se encontra associado a um valor numérico. Em sua geração, são usados interpoladores matemáticos, a partir de um conjunto de pontos originais, para estimar os valores para as células que não possuem elevação , considerando-se os pares vizinhos.”

Segundo MADUREIRA CRUZ E PINA (1999),

“As grades triangulares ou TIN – Triangular Irregular Network são estruturas do tipo vetorial, compostas de arcos (arestas) e nós (vértices), que representam a superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos vértices dos triângulos, as coordenadas de localização (X, Y) e o atributo Z são armazenadas, representando um valor qualquer. Quanto mais equiláteras forem as faces triangulares, maior a exatidão com que se descreve a superfície. O valor numérico (atributo z) para qualquer ponto da superfície é então estimado, com o uso de interpoladores, a partir das faces triangulares. Este tipo de representação, normalmente, é a mais adequada para representação do relevo, devido á sua complexidade.”

Tabela 1 – Comparação entre grades regulares e triangulares para representar MDT. (Fonte: Câmara & Medeiros, 1996).

	GRADE TRIANGULAR	GRADE REGULAR
VANTAGENS	1-Melhor representação de relevo complexo; 2-Incorporação de restrições como linhas de crista, talvegue, platôs.	1-Facilita manuseio e conversão; 2-Adequada para geofísica e visualização 3D.
PROBLEMAS	1-Complexidade de manuseio; 2-Inadequada para visualização 3D.	1-Representação relevo complexo; 2-Cálculo de declividade.

2. 2. Parâmetros

Como trabalhamos com recursos florestais não podemos deixar de observar o código florestal vigente, a seguir a lei que regulamenta as áreas protegidas por lei no estado:

De acordo com a Lei 14309 de 19/06/2002 do Estado de Minas Gerais:

“Considera-se área de preservação permanente aquela protegida nos termos desta lei, revestida ou não com cobertura vegetal, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas e situada:

I. Em local de pouso de aves de arribação, assim declarado pelo poder público ou protegido por convênio, acordo ou tratado internacional de que o Brasil seja signatário;

II. Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água , a partir do leito maior sazonal, medido horizontalmente, cuja largura mínima , em cada margem , seja de :

a) 30 m (trinta metros) , para curso d` água, com largura inferior a 10m (dez metros);

b) 50m (cinquenta metros), para curso d `água com largura igual ou superior a 10 m (dez metros) e inferior a 50m (cinquenta metros);

c) 100m cem metros, para curso d` água com largura igual ou superior a 50 m (cinquenta metros) e inferior a 200m (duzentos metros);

d) 200m (duzentos metros) , para curso d` água com largura igual ou superior a 200m (duzentos metros) e inferior a 600m (seiscentos metros);

e) 500m (quinhentos metros), para curso d` água com largura igual ou superior a 600m (seiscentos metros);

III. Ao redor de lagoa ou reservatório de água, natural ou artificial, desde o seu nível mais alto , medido horizontalmente , em faixa marginal cuja largura mínima seja de:

- a) 15m (quinze metros) para o reservatório de geração de energia elétrica com até 10ha (dez hectares), sem prejuízo da compensação ambiental ;
- b) 30m (trinta metros) para a lagoa ou reservatório em área urbana consolidada;
- c) 30m (trinta metros) para corpo hídrico artificial, excetuados os tanques para atividade de aquicultura;
- d) 50m (cinquenta metros) para reservatório natural de água situado em área igual ou inferior a 20 ha (vinte hectares);
- e) 100m (cem metros) para reservatório natural de água situado em área rural , com área superior a 20 ha (vinte hectares);
- IV) Em nascente, ainda que intermitente qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m (cinquenta metros);
- V) No topo de morros monte ou montanha , em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura da elevação em relação á base;
- VI) Em encosta ou parte dela , com declividade igual ou superior a cem por cento ou 45°(quarenta e cinco graus) na sua linha de maior declive, podendo ser inferior a esse parâmetro a critério técnico do órgão competente, tendo em vista as características edáficas da região;
- VII) Nas linhas de cumeada , em seu terço superior em relação á base, nos seus montes, morros ou montanhas, fração essa que pode ser alterada para maior, a critério técnico do órgão competente, quando as condições ambientais assim o exigirem;
- VIII) Em borda de tabuleiro ou chapada, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100m (cem metros), em projeção horizontal;
- IX) Em altitude superior a 1.800m (mil e oitocentos metros);
- X) Em ilha, em faixa marginal além do leito maior sazonal , medida horizontalmente, de conformidade com largura mínima de preservação permanente exigida para o corpo d` água;
- XI) Em vereda .

§ 1º - Considera-se, ainda, de preservação permanente, quando declarada por ato do poder público, a área revestida ou não com cobertura vegetal, destinada a:

I - Atenuar a erosão;

II - Formar as faixas de proteção ao longo das rodovias e das ferrovias;

III - Proteger sítio de excepcional beleza, de valor científico ou histórico;

IV - Abrigar população da fauna ou flora raras e ameaçadas de extinção;

V - Manter o ambiente necessário à vida das populações indígenas;

VI - Assegurar condições de bem-estar público;

VII - Preservar os ecossistemas.

§ 2º - No caso de reservatório artificial resultante de barramento construído sobre drenagem natural, a área de preservação permanente corresponde à estabelecida nos termos das alíneas “d” e “do inciso III do “caput” deste artigo, ressalvadas a abrangência e a delimitação de área de preservação permanente de represa hidrelétrica, que será definida no âmbito do licenciamento ambiental do empreendimento, com largura mínima de 30m (trinta metros, observado o disposto no art. 10, III, “a”, desta lei.

§ 3º - Os limites da área de preservação permanente previsto na alínea “a” do inciso III deste artigo poderão ser ampliados, de acordo com o estabelecido no licenciamento ambiental e, quando houver, de acordo com o Plano de Recursos hídricos da bacia onde o reservatório de insere.

3. Materiais e Métodos

3.1. Infra – Estrutura

3.1.1. Local de Trabalho

Este trabalho foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais e no escritório da empresa Geodados Ltda. A

evolução tecnológica atingiu um nível que alguns tempos atrás era impossível imaginar a execução de trabalhos complexos em locais com estruturas modestas como a Geodados.

3.1.2. Softwares

Durante a execução deste trabalho confirmamos a resposta que recebemos desde os primeiros dias de aula de todos os nossos professores, que cada software foi planejado para resolver um conjunto específico de problemas, tendo, portanto, seus pontos fracos e fortes, e que não existe no mercado nenhum produto que atenda completamente aos objetivos traçados por um determinado projeto. Portanto para a realização deste projeto utilizando técnicas de geoprocessamento , foram necessários diversos softwares, sejam eles baseados em vetores ou em raster.

De acordo com DAVIS E FONSECA (2001) , várias características devem ser analisadas em um software por ocasião da escolha de sua utilização.

Neste projeto de estruturação de dados geoambientais, considerou-se os seguintes aspectos nos softwares utilizados:

- Versão em português com manual;
- Domínio do produto, portanto conseguindo explorar a maioria dos seus recursos;
- Interface customizável que pode ser adaptada as nossas necessidades;
- Flexibilização da modelagem de dados;
- Edição de dados tabulares, possibilitando a inclusão de novos itens nas tabelas alfa - numéricas, a exclusão de itens existentes e a alteração dos valores armazenados;
- Geração de mapas de alta qualidade;
- Digitalização de dados vetoriais na tela ou através de mesa digitalizadora;
- Conexão com bancos de dados de mercado através de ODBC;
- Geração de análises espaciais com dados vetoriais e raster;
- Processamento de imagens de satélite;
- Processamento de redes geográficas;
- Processamento de dados 3D;
- Intercâmbio de Dados: Formatos suportados para importação e exportação (imagens e vetores).
- Existência ou não de restrições de integridade na conexão gráfico - alfa;
- Recursos de processamento de polígonos (operações de união , interseção , etc.);
- Custo

3.1.2.1 Pathfinder Office 2.51

O Pathfinder Office 2.51, desenvolvido pela Trimble, foi utilizado neste trabalho para correção diferencial dos pontos de controle para georreferenciar os projetos de reflorestamento e a imagem de satélite.

3.1.2.2. Sistema topoGRAPH Segunda Edição

O Sistema topoGRAPH desenvolvido pela Santiago e Cintra Ltda foi utilizado na elaboração e preparação da base cartográfica fornecida pela CIA Suzano de Papel e Celulose, ajuste dos polígonos, eliminação de linhas repetidas, perdidas ou soltas e outras operações de interesse ao projeto ou seja limpeza topológica.

3.1.2.3. SPRING 3.6

O SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais foi utilizado na vetorização de parte da carta topográfica de Turmalina e Geo-Referenciar a imagem de satélite.

3.1.2.4. Microstation Geoterrain

MOURA E ROCHA (2001) definem:

“O aplicativo GEOTERRAIN constitui-se no módulo do Microstation para geração de Modelos Numéricos de Superfície ou Modelos Digitais do Terreno – MDT. Através dessa modelagem numérica, adapta-se a coordenada Z para representar não apenas altitude em superfícies topográficas, como também modelos numéricos de temperatura, dados geofísicos, geoquímicos, de produção, de fertilidade de um solo, de população de uma área, de renda de uma região e outras aplicações. Após a geração do MDT, o GEOTERRAIN permite criar diversos produtos: curvas de nível na equidistância desejada, cartas de declividade, cartas hipsométricas, estudos de insolação, extração de perfis, projeto de plataformas, cálculo de volumes, modelos de drenagem, entre outros.”

Foi utilizado para geração do MDT, e criação das cartas: hipsométrica, declividade e insolação.

3.1.2.5 ArcView 8

O ArcView 8 encontra-se estruturado sobre um conjunto integrado de aplicações:

➤ ArcMap

O ArcMap é o módulo central e fundamental em ArcGIS Desktop Clients. É o aplicativo GIS, utilizado para todas as tarefas orientadas e centradas em mapas, ou seja:

coleta e edição de dados Geo-Referenciados, produção cartográfica, análises espaciais, visualização de mapas, etc. Neste aplicativo trabalhamos com mapas, da mesma forma quando trabalhamos com mapas em papel, fácil e intuitivo. Os mapas possuem uma página de lay-out, contendo uma janela geográfica, ou view, apresentando uma série de temas, em adição a legendas, barras de escala, orientação de norte, e outros elementos cartográficos. O ArcMap disponibiliza diferentes funcionalidades e meios para visualização de mapas, a exemplo da abordagem geográfica e da abordagem de lay-out, sobre as quais podem ser realizadas uma ampla e diversificada gama de avançadas operações de geoprocessamento.

➤ **ArcCatalog**

A aplicação ArcCatalog auxilia na organização e gerência dos dados Geo-Referenciados, possui as ferramentas necessárias para investigar (*browsing*) e localizar informações geográficas, bem como para armazenar e visualizar metadados. Possibilita ainda uma rápida visualização dos dados existentes, bem como a definição de *schema* referentes aos dados contidos nos diversos temas ou *layers* geográficos.

➤ **ArcTools**

Este módulo apresenta a possibilidade o acesso, de uma forma bastante simples e intuitiva, à todas as ferramentas utilizadas nas atividades de geoprocessamento disponibilizadas pelo ArcGIS desktop Client. Existem duas versões ou níveis do ArcTools: uma versão completa, que acompanha o ArcInfo, e uma versão mais simplificada, que acompanha o ArcView e o ArcEditor.

3.1.3 Equipamentos utilizados

3.1.3.1 Receptor Pathfinder Pro XR

O Receptor Pathfinder Pro XR/Beacon, da Trimble, possui 12 canais paralelos, precisões que variam de 10 cm até 50 cm, e com o módulo de processamento opcional, pode atingir até 1cm.

3.1.3.2 Computadores do laboratório de Cartografia e Geoprocessamento da UFMG

3.1.3.3 Computador da Geodados Ltda, com a seguinte configuração:

- Processador : Pentium IV 2.00 GHz ;
- Memória 512 MB;
- Disco rígido : ATA66/QUANTUM FIREB LM 20.5 GB;
- Multimídia: Kit Creative;
- Monitor : Samsurg 15" SVGA

- Gravador de CD: CDRW Creative 24X10X40X;
- Impressora : HP Deskjet 670C.

3.2 Metodologia / Etapas do Projeto

- Inicialmente procurou definir os parâmetros, indicadores e quais dados espaciais e alfanuméricos necessários para possibilitar as análises pretendidas;
- Levantamento, verificação da origem, confiabilidade e qualificação dos dados existentes, espaciais ou alfanuméricos;
- Geração de dados digitais.

Os trabalhos desenvolveram da seguinte forma:

3.2.1 Aquisição dos Dados Espaciais

- Companhia Suzano de Papel e Celulose: Arquivo vetorial do reflorestamento implantado no município de Turmalina.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Folha SE.23-X-D-II, Minas Novas do Sistema Cartográfico Nacional escala 1 : 100.000, Projeção Universal Transversa de Mercator, Datum Vertical : Imbituba – Santa Catarina, Datum Horizontal : SAD-69.
- Coleção Brasil Visto do Espaço – EMBRAPA : Imagem satélite LANDSAT 7
- Sítio do GEOMINAS – Mapa de Solos.

3.2.2 Aquisição dos Dados Alfanuméricos

- Companhia Suzano de Papel e Celulose: Ano de implantação, espécie, espaçamento, volume de madeira, ano de colheita etc.

3.2.3 Preparação da Base Cartográfica

- Coleta de pontos de controle.
- Digitalização da folha do Sistema Cartográfico Nacional.
- Edição Vetorial do arquivo formato DXF do reflorestamento e dos arquivos gerados a partir da folha do Sistema Cartográfico Nacional.

3.2.4 Exportação da Base Cartográfica do topoGRAPH para outros softwares

- **Microstation Geoterrain:** Somente as curvas de nível, para a modelagem digital do terreno – MDT;
- **ArcView 8.1:** Foram exportados inicialmente somente as quadras reflorestadas, a hidrografia, e o sistema viário.

3.2.5 Importação de dados alfanuméricos para o Arc View 8.1

- Foram importados o volume de madeira de cada talhão reflorestado, e o rendimento dos mesmos.

3.2.6 Elaboração das Cartas Temáticas

- Foram geradas no Microstation Geoterrain a partir do modelo digital do terreno – MDT, a carta de declividade, carta hipsométrica e carta insolação.

3.2.7 Exportação das Cartas Temáticas

- As cartas temáticas geradas no Microstation Geoterrain foram exportadas para o ArcView 8.1.

3.2.8 Avaliação dos resultados

- Através de todo o procedimento anteriormente citado, realiza-se uma avaliação dos resultados obtidos, verificando se os objetivos traçados foram atingidos .

4 Desenvolvimento

4.1 Base cartográfica

Iniciamos coletando pontos de controle, utilizando receptores Pathfinder Pro XR/Beacon, da Trimble, para georreferenciar o arquivo vetorial do reflorestamento oriundo de levantamento planimétrico feito com estação total, e a imagem de satélite LANDSAT 7.

A Figura 1 mostra o receptor Pathfinder Pro XR/Beacon, da Trimble que foi utilizado na coleta dos pontos de controle.



Figura 1 – Receptor Pathfinder Pro XR/Beacon

A Figura 2 mostra a tela do software Pathfinder Office 2.51 durante a transferência dos dados da coletora TDC1 para o computador.

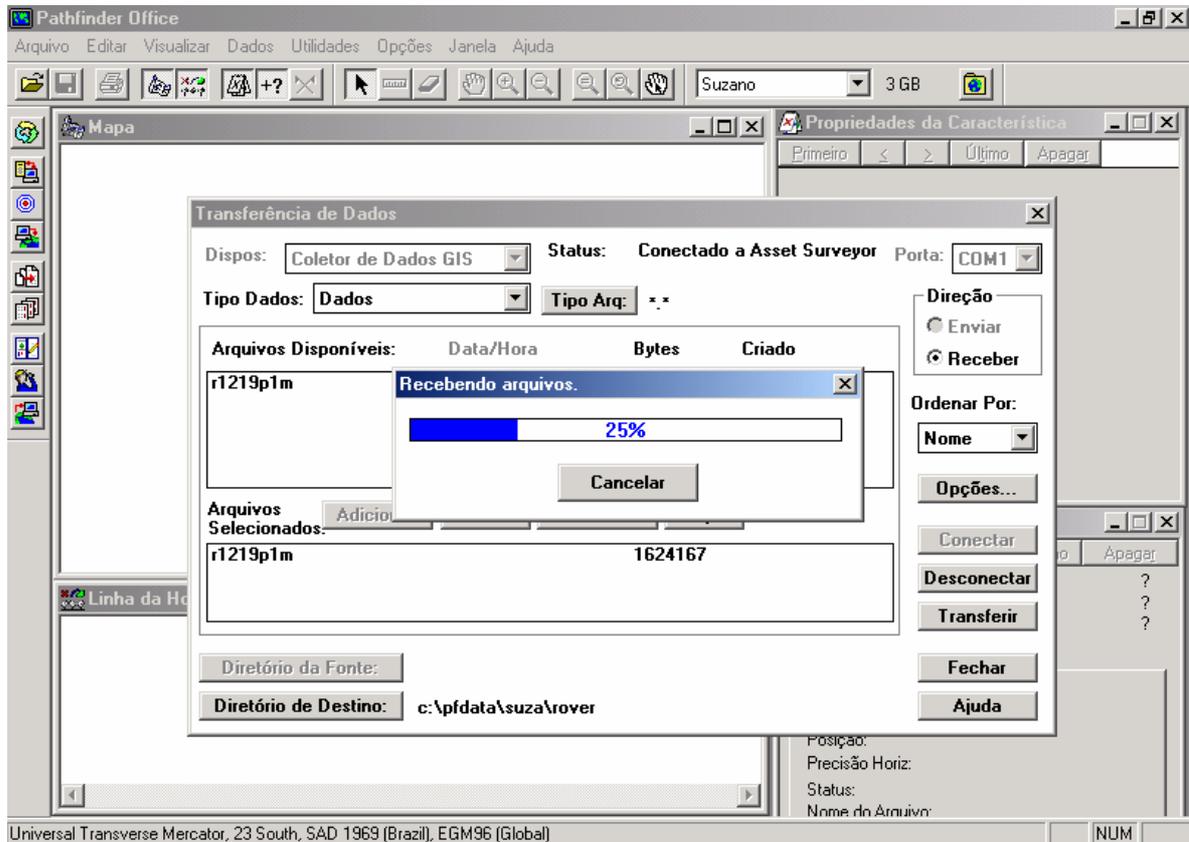


Figura 2 - Visualização da tela do software Pathfinder Office 2.51 durante o processo de transferência de dados.

Após a correção diferencial, exportamos os dados no formato ASCII, e os utilizamos:

- No software topoGRAPH, para georreferenciar o arquivo do reflorestamento.
- No software SPRING para registro da imagem de satélite LANDSAT 7.

A Figura 3 mostra a tela do software SPRING com detalhes da imagem LANDSAT 7 georreferenciada.

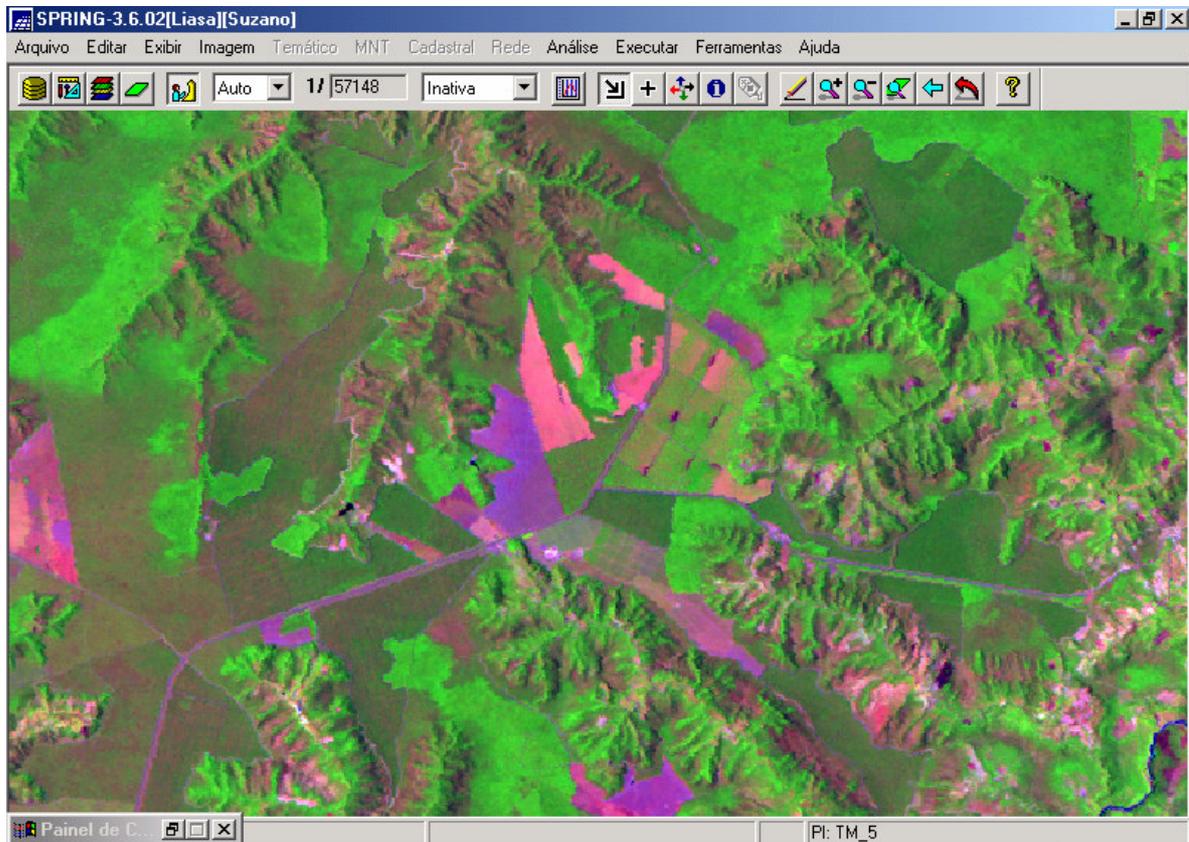


Figura 3 - Visualização da tela do software SPRING com a imagem LANDSAT 7 ETM+ de 10/09/2001, canais 3(R), 4(G), 5(B) georreferenciada.

Georreferenciado o arquivo do reflorestamento, realizamos a edição vetorial no topoGRAPH, que consistiu em verificar o fechamento de todos os polígonos, exclusão dos elementos em duplicidade e dos não necessários ao projeto, terminando com a exportação do mesmo para o Arc View 8

No SPRING digitalizamos os seguintes dados da Folha SE.23-X-D-II do Sistema Cartográfico Nacional:

- Altimetria
- Hidrografia
- Rodovias

A Figura 4 mostra a tela do software SPRING com detalhes dos dados vetorizados.

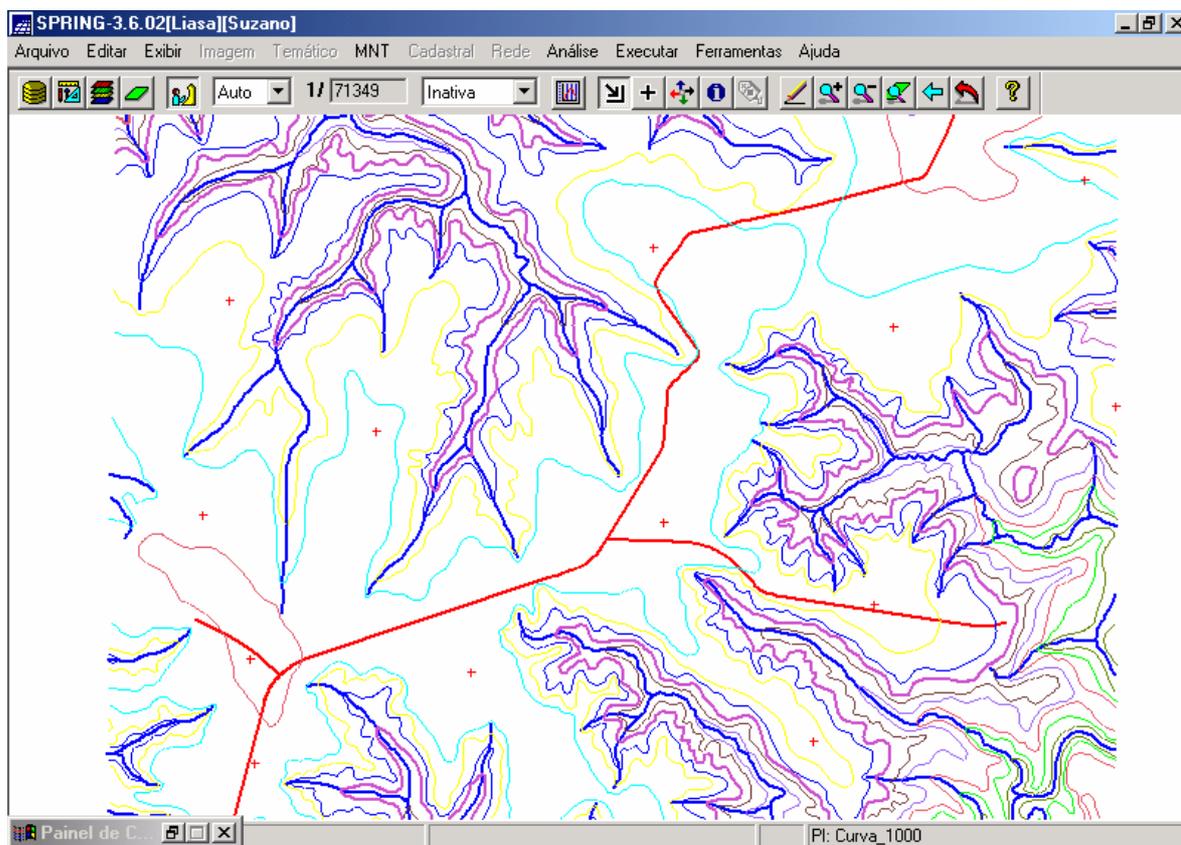


Figura 4 - Visualização da tela do software SPRING com os dados vetorizados.

A edição vetorial dos dados digitalizados foi executada no topoGRAPH, e os planos de informações (layers ou camadas) hidrografia e rodovias foram exportados para o ArcView 8, e a altimetria para o Microstation, para ser trabalhada no módulo Geoterrain.

4.2 Banco de dados

O banco de dados referente aos projetos de reflorestamento, ficou resumido somente aos dados cadastrais e produtividade, devido ao tempo reduzido para pesquisar e reunir dados relativos às técnicas e procedimentos adotados na implantação, cultivo e exploração.

O banco de dados foi montado no Access 97, e a unidade de trabalho adotada na organização dos dados foi à quadra ou talhão, como é mais conhecido no meio.

4.3 Ligação de dados cartográficos a alfanuméricos

Depois de trabalhados no topoGRAPH os arquivos vetoriais da base cartográfica, foram importados no formato DXF pelo ArcView 8, e através do aplicativo mdb2shapefile foi realizada a ligação com o banco de dados.

A Figura 5 mostra a tela do aplicativo mdb2shapefile durante o processo de ligação da base cartográfica com o banco de dados.

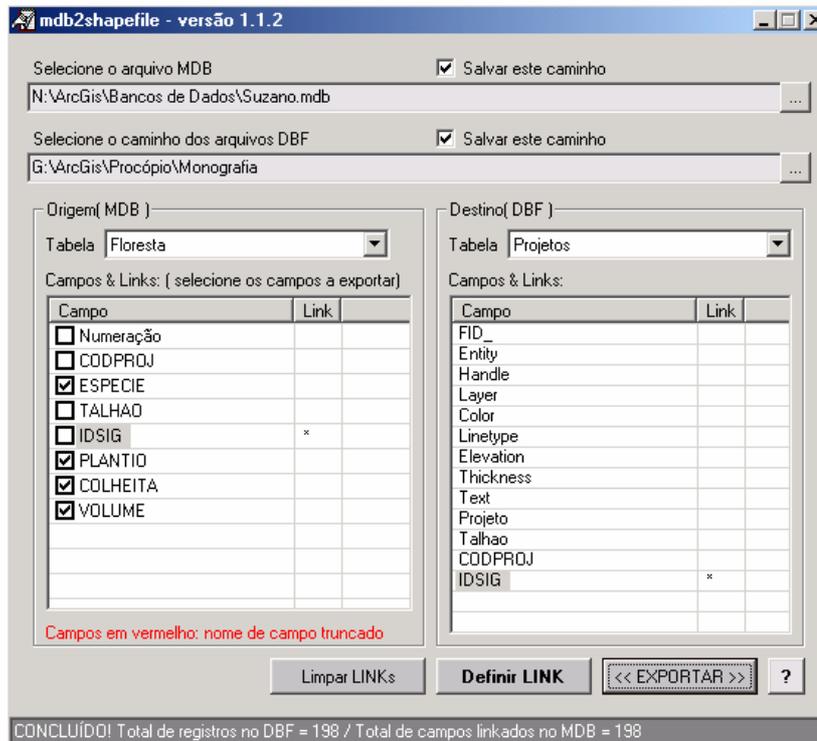


Figura 5 - Visualização da tela do aplicativo mdb2shapefile utilizado na ligação da base cartográfica com o banco de dados.

A Figura 6 mostra a tela do modulo ArcMap do ArcView 8 com a base cartográfica importada do topoGRAPH.

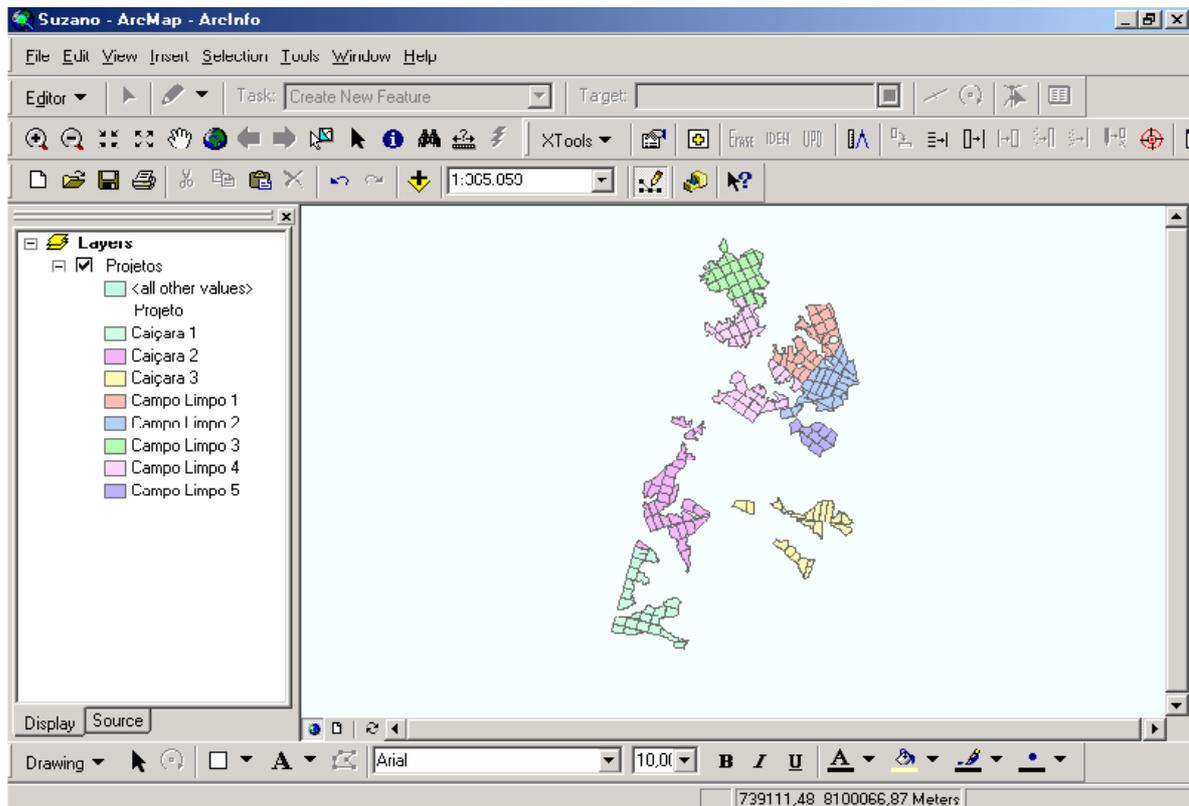


Figura 6 - Visualização da tela do modulo ArcMap do ArcView 8 com a base cartográfica importada do topoGRAPH.

A Figura 7 mostra a tela do ArcView 8 com a tabela de atributos da base cartográfica com os atributos de interesse ao trabalho importado do banco de dados.

PROJETO	TALHAO	CODPROJ	IDSIG	PLANTIO	COLHEITA	VOLUME	ESPECIE	Hectares	PRODUZ
Campo Limpo 1	01	004	00401	1980	2002	6779,35	Cloeziana	40,579024	167,065379478743
Campo Limpo 1	02	004	00402	1980	2002	7940,78	Cloeziana	38,902025	204,122536877183
Campo Limpo 1	03	004	00403	1980	2002	11289,97	Cloeziana	46,679331	241,862290385045
Campo Limpo 1	04	004	00404	1980	2002	7353,53	Cloeziana	38,037703	193,322138001586
Campo Limpo 1	05	004	00405	1980	2002	7873,12	Cloeziana	50,062962	157,264366450644
Campo Limpo 1	06	004	00406	1980	2002	7518,94	Cloeziana	38,575306	194,9158858403
Campo Limpo 1	07	004	00407	1980	2002	10527,42	Cloeziana	33,996602	309,660945784463
Campo Limpo 1	08	004	00408	1980	2002	9952,67	Cloeziana	34,917923	285,030411013252
Campo Limpo 1	09	004	00409	1980	2002	15357,34	Cloeziana	46,642345	329,25745600426
Campo Limpo 1	10	004	00410	1980	2002	7839,07	Cloeziana	29,148867	268,932240266454
Campo Limpo 1	11	004	00411	1980	2002	16101,9	Cloeziana	45,344469	355,101740367922
Campo Limpo 1	12	004	00412	1980	2002	12026,66	Cloeziana	34,082889	352,865040491647
Campo Limpo 1	13	004	00413	1980	2002	8345,26	Cloeziana	28,711883	290,655270098949
Campo Limpo 1	14	004	00414	1980	2002	10026,29	Cloeziana	37,584499	266,766629403348
Campo Limpo 1	16	004	00416	1980	2002	13351,88	Cloeziana	38,908793	343,158424533475
Campo Limpo 1	17	004	00417	1980	2002	6352,1	Cloeziana	36,204940	175,448431923225
Campo Limpo 1	19	004	00419	1980	2002	11583,06	Cloeziana	42,171843	274,663360952908
Campo Limpo 1	18	004	00418	1980	2002	4946,18	Cloeziana	27,909256	177,223645110309
Campo Limpo 1	20	004	00420	1980	2002	16441,07	Cloeziana	44,607894	368,568624111668
Campo Limpo 1	15	004	00415	1980	2002	10727,64	Cloeziana	28,063632	382,261286856462
Campo Limpo 1	22	004	00422	1980	2002	12353,96	Cloeziana	47,729281	258,833982725993
Campo Limpo 1	25	004	00425	1980	2002	9702,01	Cloeziana	29,738771	326,241123929737
Campo Limpo 1	27	004	00427	1980	2002	14008,43	Cloeziana	42,266552	331,430627368196
Campo Limpo 1	24	004	00424	1980	2002	4623,53	Cloeziana	20,535893	225,143853072338
Campo Limpo 1	26	004	00426	1980	2002	9955,32	Cloeziana	42,799349	232,604474521177
Campo Limpo 1	23	004	00423	1980	2002	14176,86	Cloeziana	50,731228	279,450360155414
Campo Limpo 1	21	004	00421	1980	2002	9385,84	Cloeziana	26,398465	355,544909212809
Caçara 1	23	001	00123	1980	2002	6111,8	Grandis	35,057233	174,337774982316

Figura 7 - Visualização da tela do modulo ArcMap do ArcView 8 com a tabela de atributos da base cartográfica

4.4 Modelo Digital do Terreno - MDT

Os dados para geração do Modelo Digital do Terreno – MDT no módulo GEOTERRAIN do Microstation podem ser de três fontes:

- Arquivos de desenho 3D;
- Arquivos de Modelagem Digital de Elevação (DEM);
- Arquivos de coordenadas ASCII XYZ.

Neste trabalho como dito anteriormente, utilizamos arquivo de desenho 3D, gerado a partir da digitalização da folha do Sistema Cartográfico Nacional, para extrair o arquivo DAT, gerando a partir do mesmo os modelos digitais do terreno, utilizando a grade triangular e grade regular.

Na Figura 8 observa-se a malha regular de toda a área na vista isométrica.

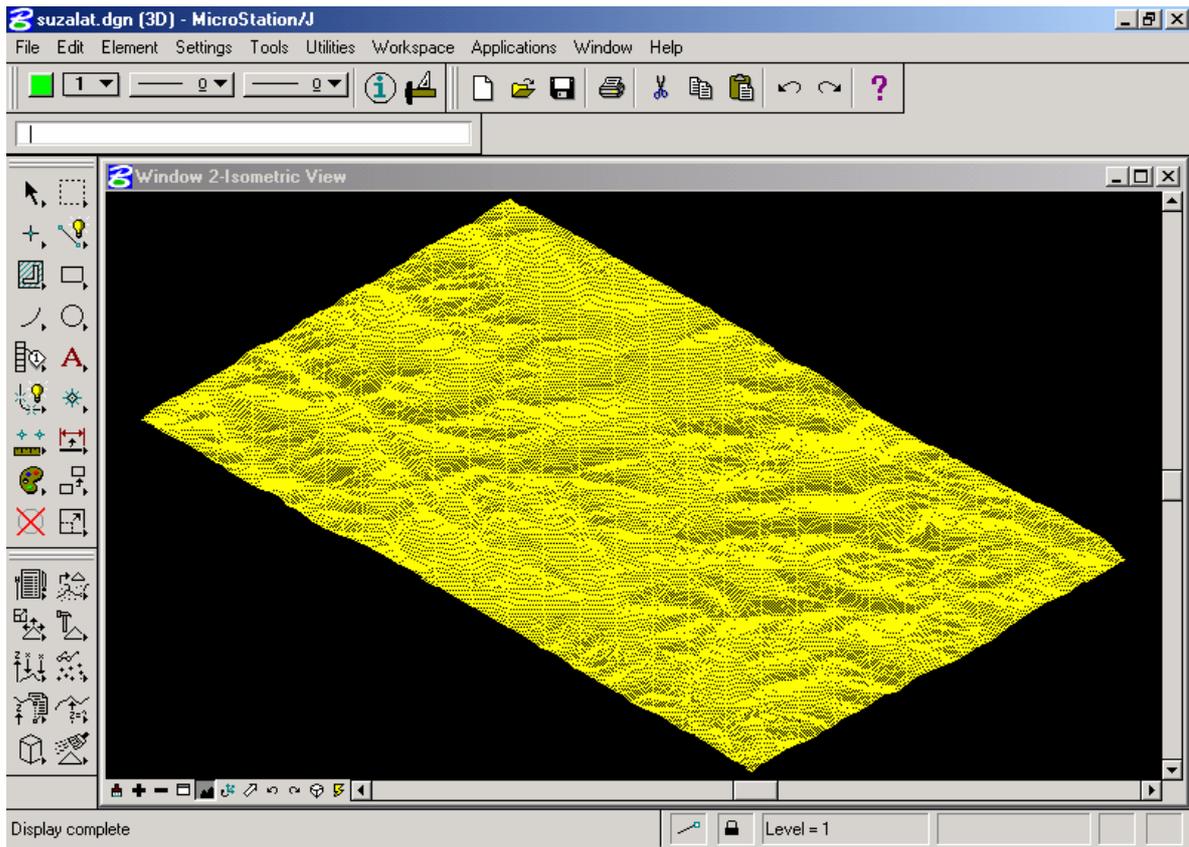


Figura 8 - Visualização da Malha regular de toda a área na Vista Isométrica.

Na Figura 9 observa-se um detalhe da malha regular da área na vista isométrica .

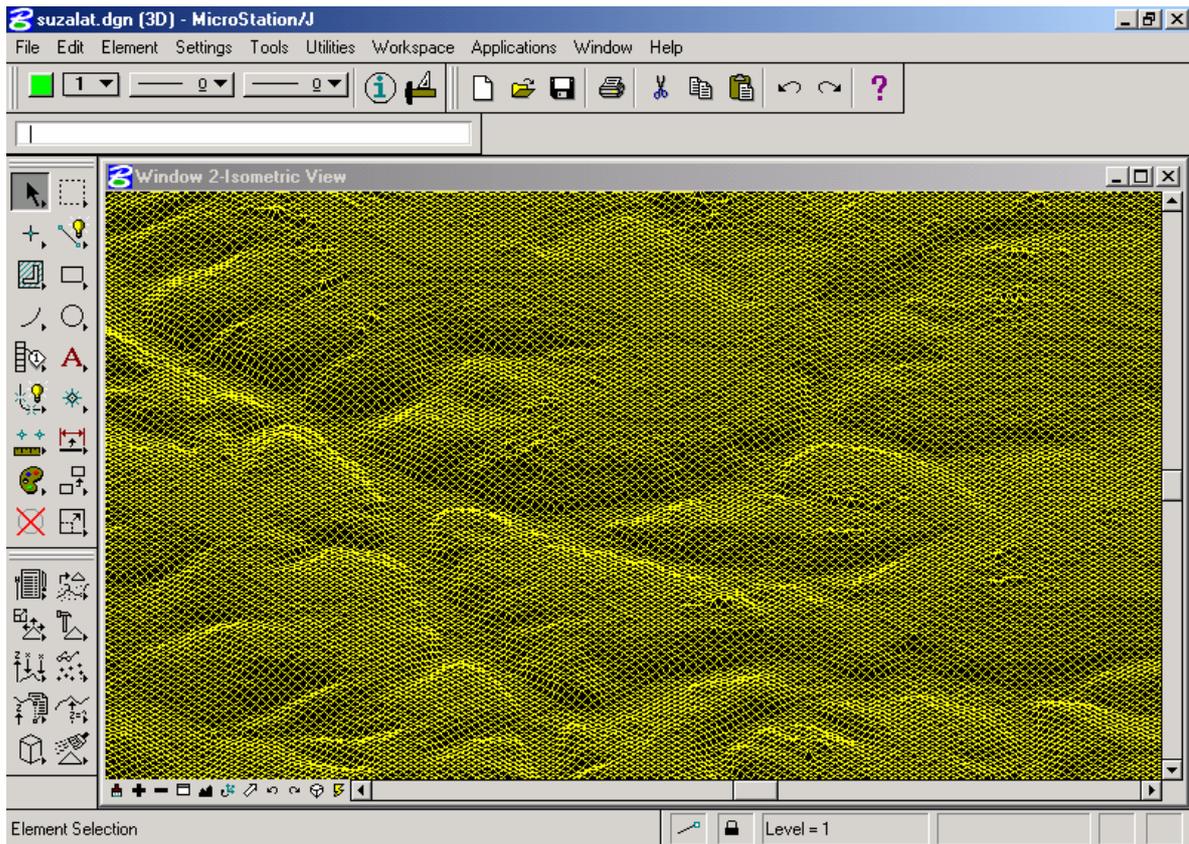


Figura 9 - Visualização de um detalhe da Malha regular na Vista Isométrica.

Na figura 10 observa-se a malha regular de toda a área na vista isométrica com efeitos de renderização e luz solar ativada. Produto muito útil para apresentações públicas, pois transmite com bastante precisão a geometria do terreno trabalhado. De simples e rápida obtenção, com diversos ângulos de observação, tornando este, mais eficiente frente às tradicionais maquetes.

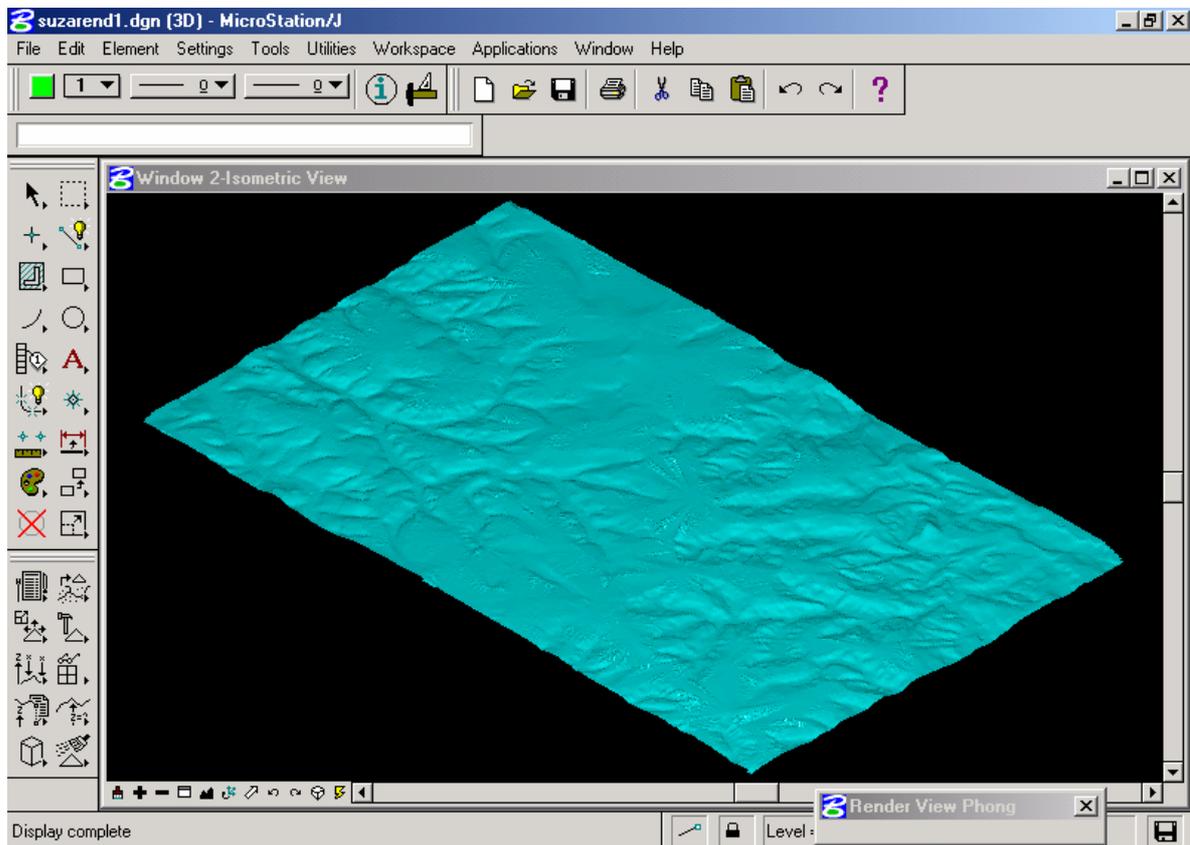


Figura 10 - Visualização da malha regular de toda a área na vista isométrica com efeitos de renderização e luz solar ativada.

4.5 Criação de cartas temáticas

As Cartas temáticas foram geradas no Microstation, utilizando o módulo Geoterrain e no ArcView 8, antes de focalizar a geração das mesmas, vale lembrar MOURA (2001).

“No momento atual, marcado pela consciência da complexidade da realidade espacial, e pela importância de uma visão holística das questões espaciais, a cartografia temática apresenta-se como instrumento de grande potencialidade na caracterização de valores e elementos, na síntese de dados e na composição de perfis sobre os objetos analisados. É preciso

conhecer uma realidade para a coerente construção de propostas de intervenção espacial.”

No Geoterrain, dependendo dos objetivos e da resolução esperada, as cartas temáticas podem ser geradas a partir da malha triangular ou malha quadriculada. Através do caminho “DTM TOOLS ANALYSIS, selecionamos o tipo de malha, tema e os intervalos. Estas cartas foram exportados para o ArcView 8, onde, através da tabela de atributos foi feita a simbologia de acordo com os intervalos criados.

Uma das características marcantes do ArcView 8 é a facilidade e agilidade para geração de mapas temáticos através da manipulação da tabela de atributos. Através dos caminhos “add field”, “select by attributes” e “calculate values”, adiciona-se nova coluna na tabela de atributos, e o usuário pode efetuar operações entre eles, classificar, definir intervalos etc.

Mapas com análise de correlação também são gerados com rapidez e agilidade, uma vez que o ArcView trabalha com Layers. O caminho para este procedimento é “Tools” “GeoProcessing Wizard”, onde o usuário encontra varias operações disponíveis.

4.6 Mapas criados

Em primeiro lugar foi gerado o mapa da base cartográfica, em seguida os mapas temáticos, que deram origem aos mapas de análises.

4.6.1 Base Cartográfica

Na Figura 11 temos o mapa da Base Cartográfica, como dito anteriormente foi trabalhada no software topoGRAPH, tendo ao fundo a Imagem de Satélite Landsat7.

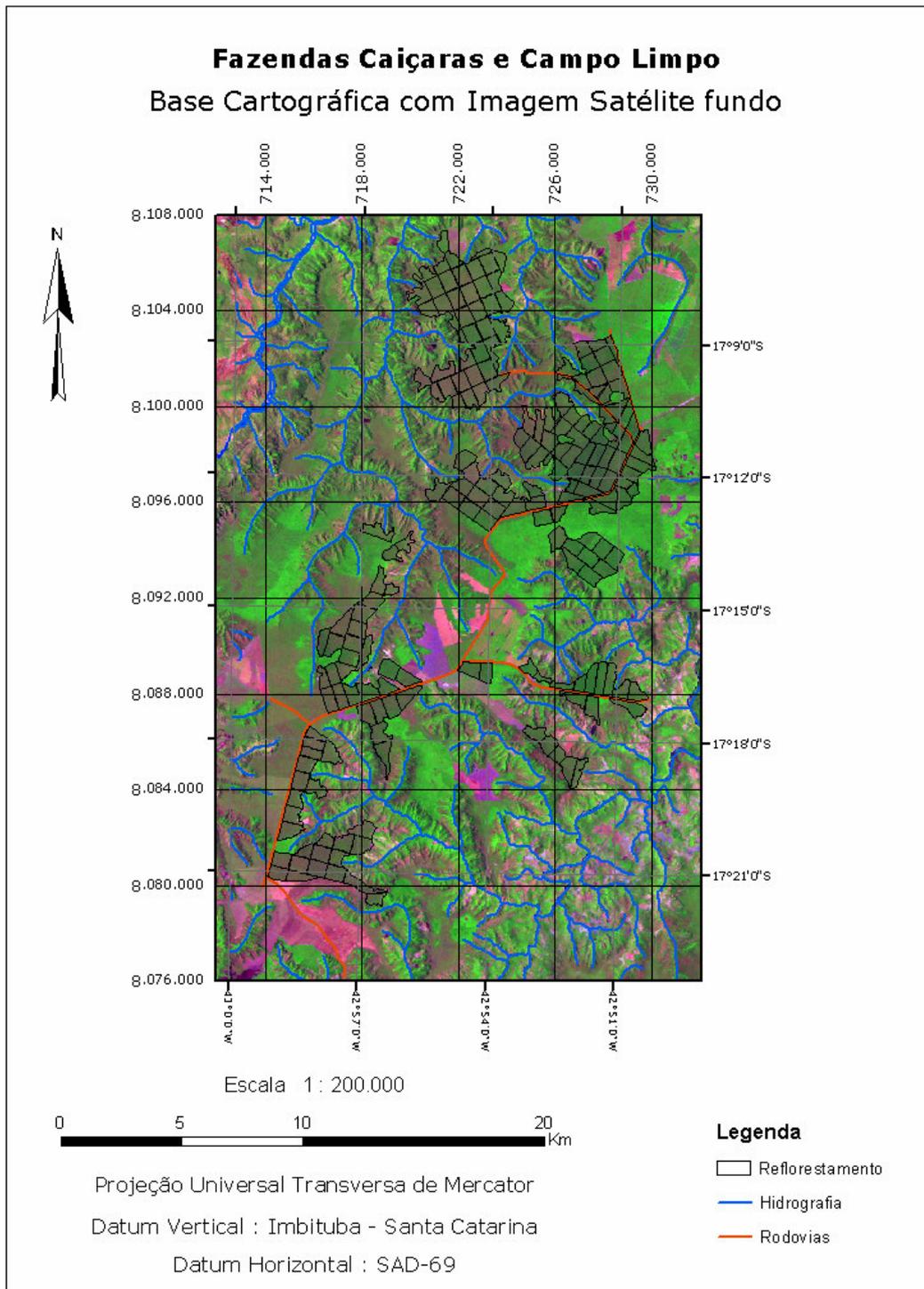


Figura 11 - Carta base Cartográfica tendo ao fundo imagem satélite Landsat7.

4.6.2. Projetos

A carta temática projetos foi gerada a partir denominação adotada pela Companhia Suzano de Papel e Celulose na distinção do seu empreendimento. Na Figura 12 temos a carta projetos com a distribuição da área estudada por projeto conforme Tabela 2.

Projeto	Área (hectares)	Percentual (%)
Caiçara 1	1.055,6276	12,93
Caiçara 2	1.378,7372	16,88
Caiçara 3	755,8586	9,25
Campo Limpo 1	1.021,3317	12,51
Campo Limpo 2	1.026,5986	12,57
Campo Limpo 3	1.022,4623	12,52
Campo Limpo 4	1.497,5372	18,34
Campo Limpo 5	409,1377	5,00
Total	8.167,2911	100

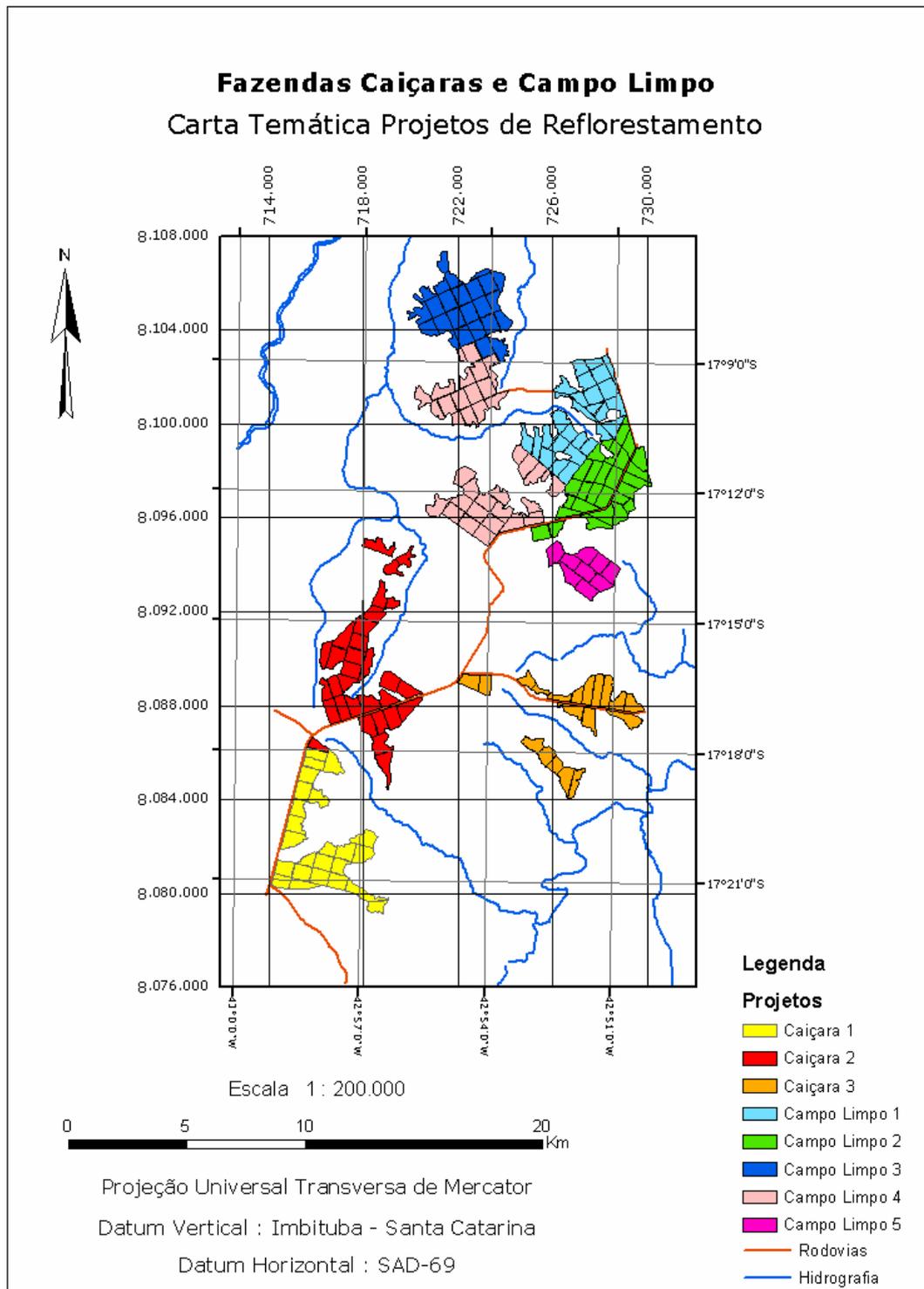


Figura 12 - Carta Temática Projetos de Reflorestamento

4.6.3. Produtividade

A carta temática produtividade foi gerada a partir dos inventários florestais, exceto nos Projetos Campo Limpo 3 e Campo Limpo 4 que são frutos de estimativa realizadas por profissionais da área. Na Figura 13 temos a carta temática produtividade com a distribuição da mesma conforme Tabela 3.

Classes	Área (hectares)	Percentual (%)
Alta	2.582,4089	31,62
Média	3.318,6340	40,63
Baixa	2.266,2482	27,75
Total	8.167,2911	100

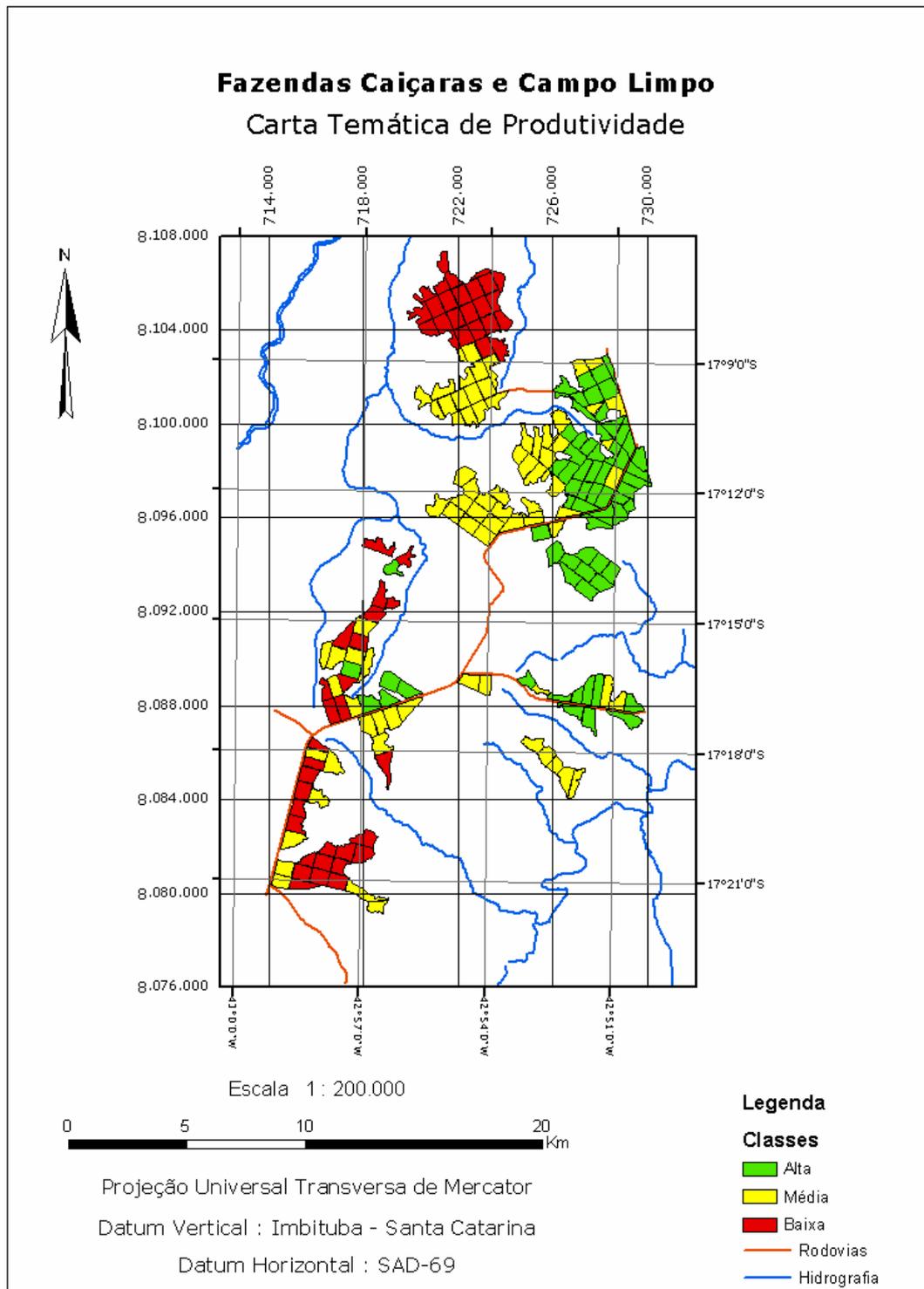


Figura13 - Carta Temática de produtividade

4.6.4. Hipsometria ou Altimétria

O carta temática de hipsometria ou altimetria foi gerada a partir da malha regular (Lat), mas também poderia ser gerada a partir da malha triangular (Tin).

O intervalo das faixas de altitude, de acordo com os interesses propostos é 100 metros. Na Figura 14 temos a carta temática hipsometria, com a área estudada distribuída conforme tabela 4.

Faixa (m)	Área (hectares)	Percentual (%)
400,000 a 500,000	0	0
500,001 a 600,000	0	0
600,001 a 700,000	0	0
700,001 a 800,000	201,0190	2,46
800,001 a 900,000	4.690,1770	57,43
900,001 a 1.000,000	3.209,4823	39,30
1.000,001 a 1.100,000	66,6128	0,81
Total	8.167,2911	100

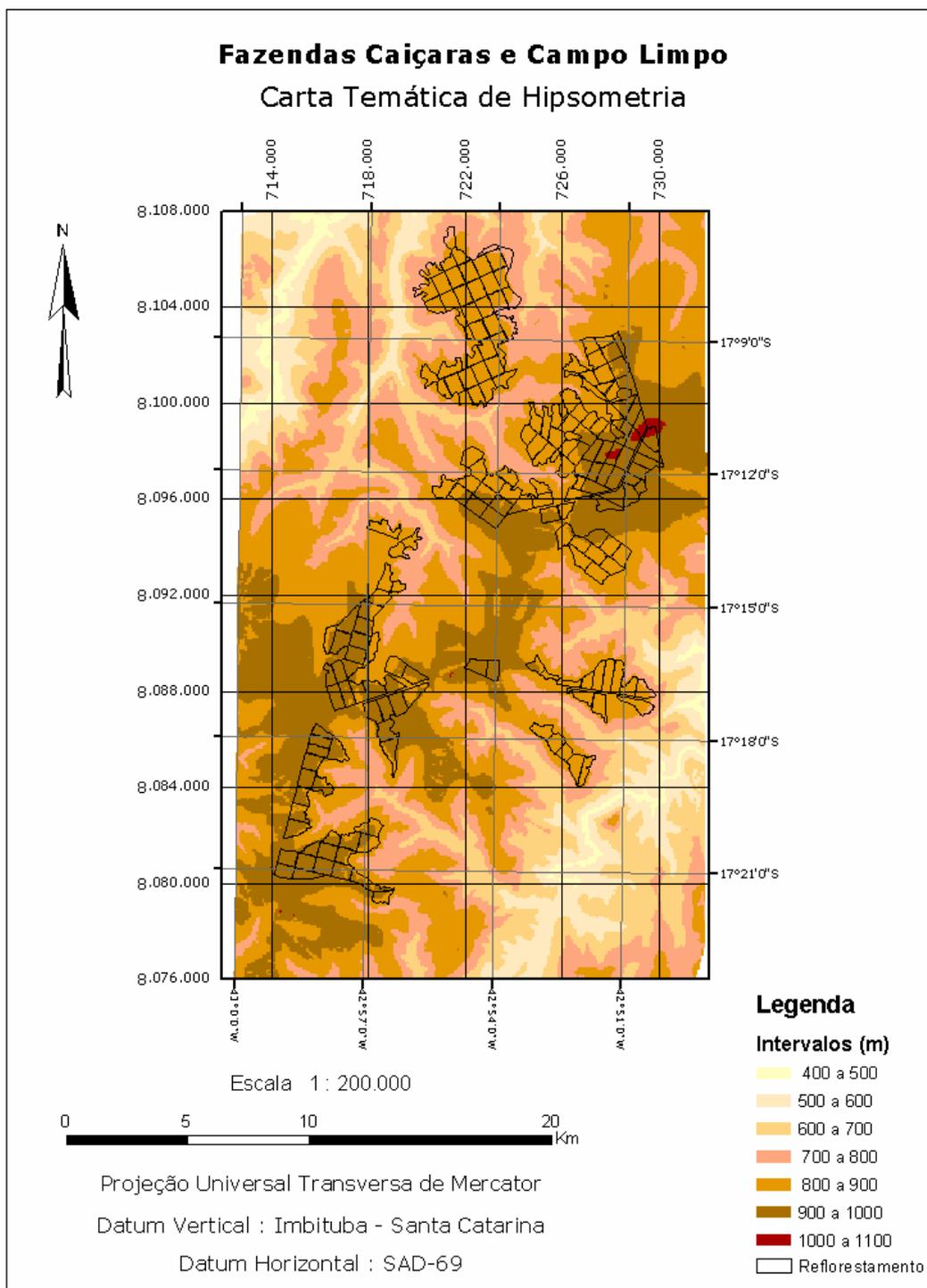


Figura 14 - Carta Temática de Hipsometria ou Altimetria.

4.6.5. Declividades

A carta temática de declividades foi gerada a partir da malha regular (Lat), mas também poderia ser gerada a partir da malha triangular (Tin). De acordo com os objetivos propostos, as declividades foram divididas em quatro faixas distintas. De 0 a 13% que é o intervalo de emprego de mecanização na agricultura, as demais faixas de 13 a 30%, 30 a 45% e 45% a 100% as técnicas de exploração variando de acordo com a declividade, solo e etc. Na Figura 15 temos a carta temática de declividades, com a área estudada distribuída conforme tabela 5:

Faixas (%)	Área (hectares)	Percentual (%)
0 a 13	7.489,2023	91,70
13 a 30	618,3368	7,57
30 a 45	54,7754	0,67
45 a 100	4,9765	0,06
Total	8.167,2911	100

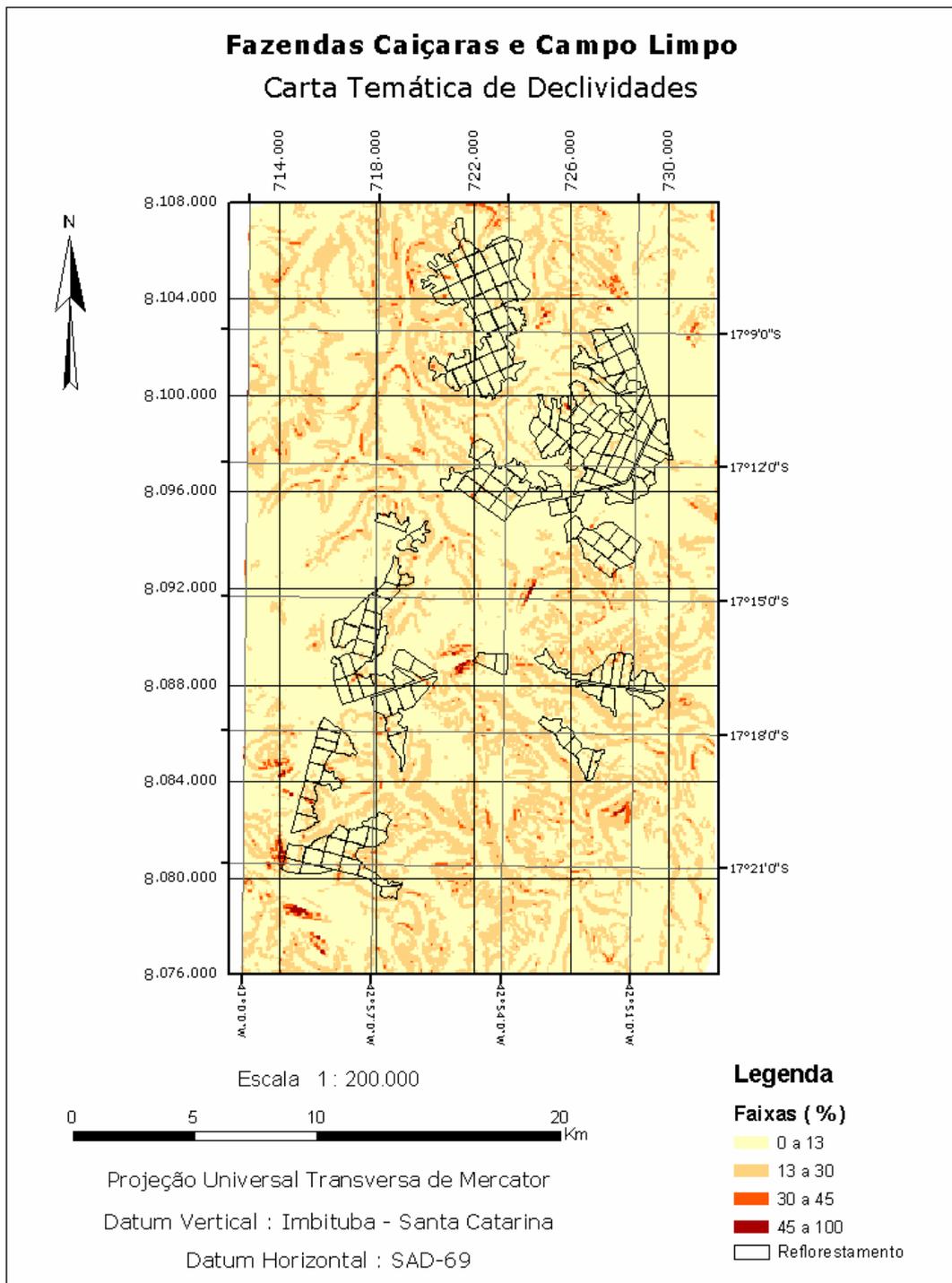


Figura 15 - Carta Temática de Declividades

4.6.6. Insolação

A carta temática de insolação foi gerada a partir da malha regular (Lat), mas também poderia ser gerada a partir da malha triangular (Tin).

De acordo com os objetivos propostos, a Insolação ou Exposição solar (orientação das encostas) foi dividida em três períodos:

- Manhã – Encostas que recebem sol pela manhã, voltado para NE e SE.
- Tarde – Encostas que recebem sol pela tarde, voltada para NO e SO.
- Meio dia – Encostas que recebem sol no período próximo ao meio dia, voltado para N e S.

Na Figura 16 temos a carta temática de insolação, com a área estudada distribuída conforme tabela 6:

Períodos	Área (hectares)	Percentual (%)
Manha	1.646,0882	20,15
Meio dia	4.434,9297	54,30
Tarde	2.086,2732	25,55
Total	8.167,2911	100

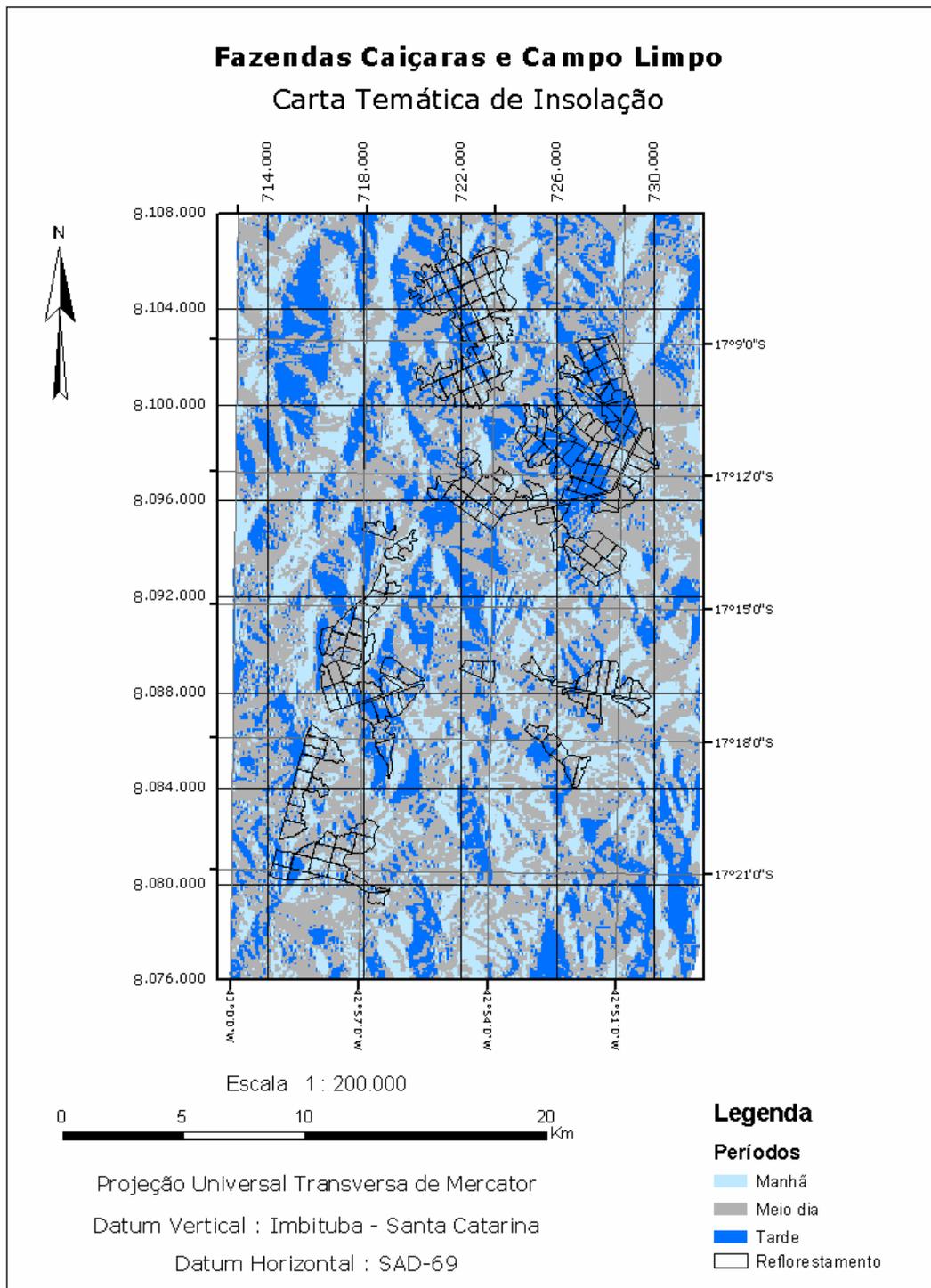


Figura 16 - Carta Temática de Insolação.

4.6.7. Parte Áreas de Preservação Permanente

A Figura 17 apresenta a carta temática parte Áreas de Preservação Permanente, com buffers (faixas) de 30 e 100 metros ao longo do dos rios. No que se refere a este quesito podemos verificar que o empreendimento está de acordo com as normas ambientais.

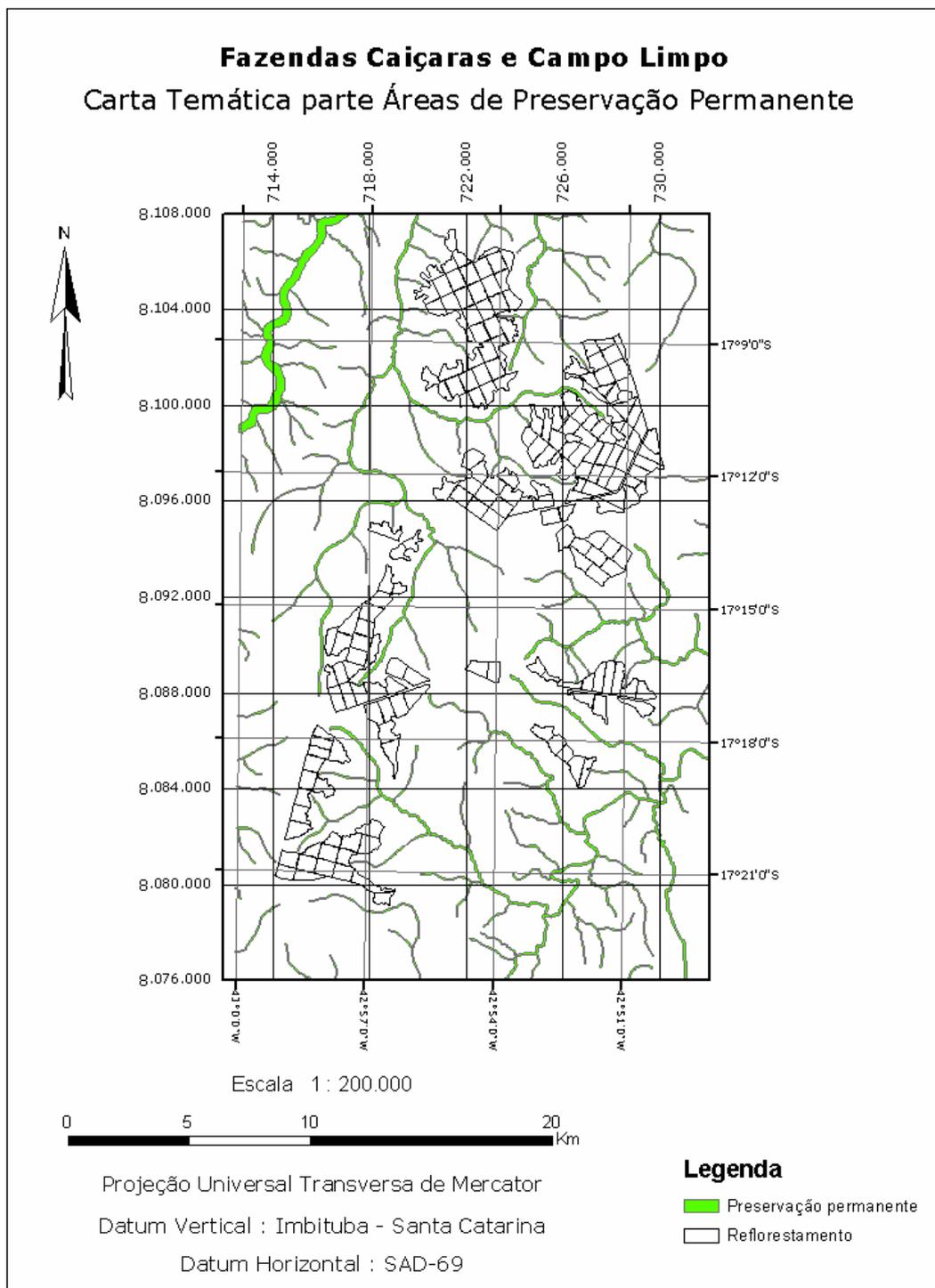


Figura 17 - Carta Temática parte Áreas de Preservação Permanente

4.6.8. Solos

A carta temática de solos foi obtida no sitio da geominas, com os seguintes metadados:

Descrição: Indica, a nível exploratório, a distribuição das manchas de solo pelo Estado de Minas Gerais.

Mapa Fonte: Tese apresentada a ESALQ / USP: Aptidão Agrícola do Estado de Minas Gerais – avaliação e adequação, Fernando Cezar do Amaral 1993.

Projeção / Origem: Projeção Policônica, Meridiano Central 45° WGr..

Escala origem 1:1.000.000.

Digitalização / Criação – Origem: O mapa foi criado a partir de digitalização em mesa digitalizadora.

Responsável: Emater – MG

Ambiente Operacional: MaInfo Professional versão 4.1

Projeção: Latitude / Longitude (SAD-69)

Estrutura de Dados: Vetorial / Regiões

Mapa Temático: MapInfo Professional versão 4.1

Responsável pela distribuição: Prodemge / 1998.

Na Figura 18 temos a carta temática de solos, com a área estudada distribuída conforme tabela 7:

Classe	Área (hectares)	Percentual (%)
Podzólico vermelho escuro	629,3067	7,71
Litossolo	3.467,5373	42,45
Latossolo vermelho escuro	4.070,4471	49,84
Cambissolo	0,0000	0,00
Total	2.582,4089	100

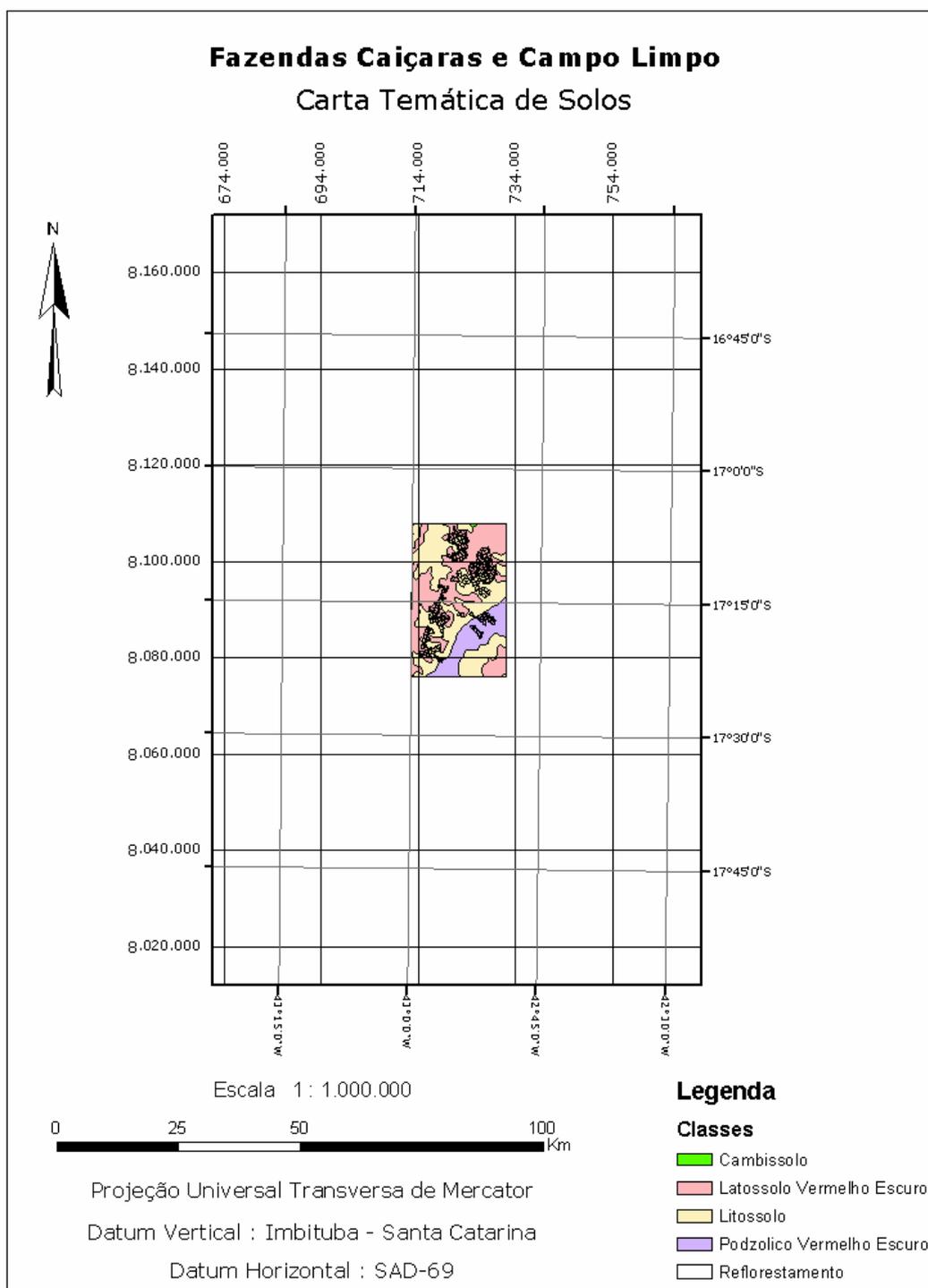


Figura 18 - Carta Temática de Solos.

4.7 Relacionamentos entre Temas distintos

A geração de novas informações a partir de dados básicos conhecidos, é uma tarefa simples e fácil no ArcView 8, utilizando o comando “selection/selection By Attributes e selection/selection By Location” para selecionar as informações desejadas, e salvá-las como um novo tema, que na realidade são subconjuntos da informação, as quais poderão ser cruzadas com outros conjuntos ou subconjuntos de outros temas.

Os tópicos a seguir demonstram alguns dos inúmeros cruzamentos possíveis para o tema proposto, sem nenhuma pretensão de esgotar o assunto.

4.7.1 Produtividade alta x Solos

O objetivo deste mapa é identificar e quantificar os níveis de influência dos tipos de solo no rendimento da floresta. Na Figura 20 temos a carta temática produtividade alta x solos com a distribuição dos 31,62% das áreas com alto índice de produtividade conforme tabela 8:

Classe	Área (hectares)	Percentagem (%)
Podzólico vermelho escuro	330,2537	12,79
Litossolo	1.076,2420	41,68
Latossolo vermelho escuro	1.076,9132	45,54
Cambissolo	0,0000	0,00
Total	2.582,4089	100

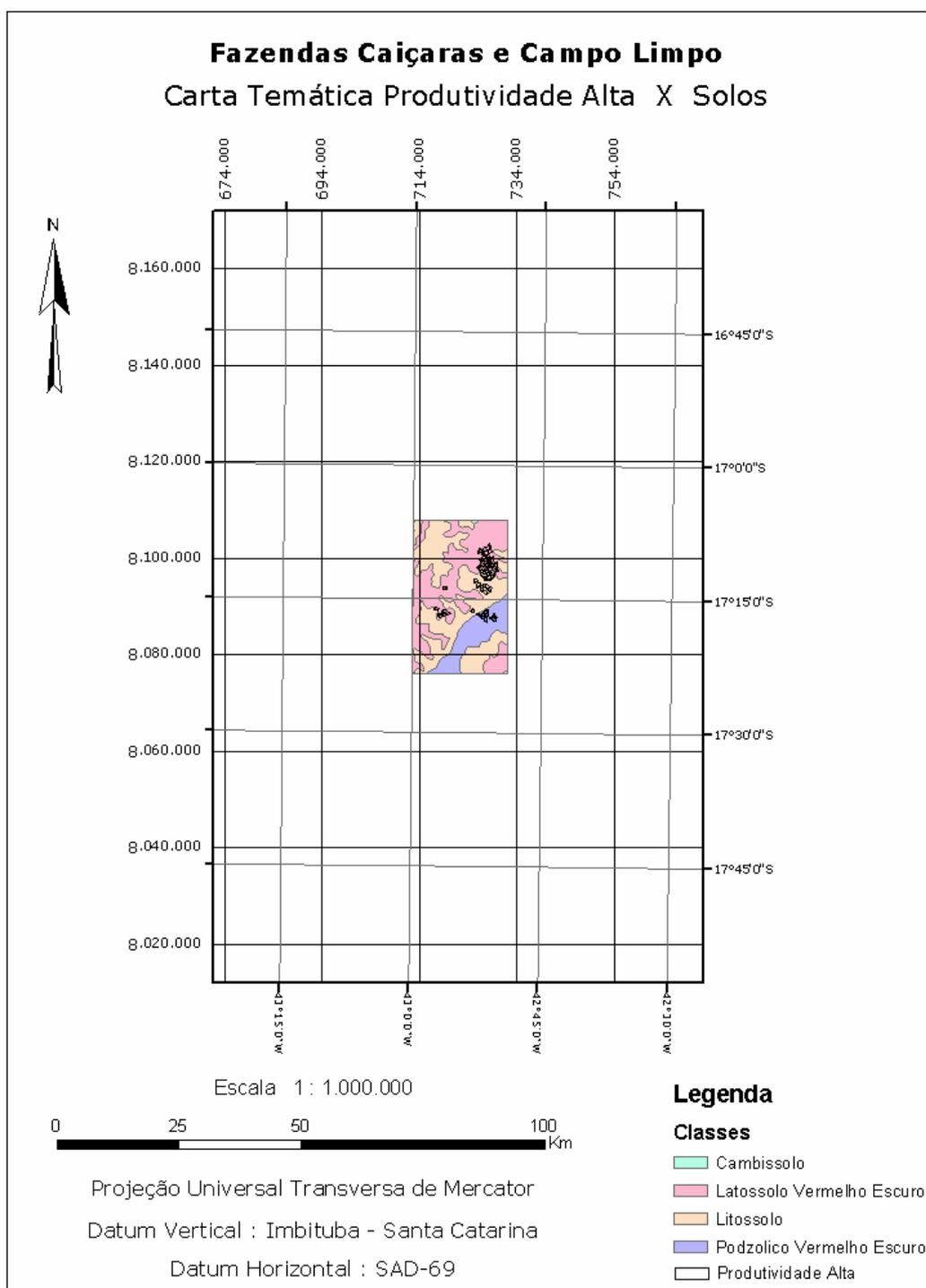


Figura 19 - Carta Temática produtividade alta x Solos

4.7.2 Produtividade alta x Declividades

O objetivo deste mapa é identificar e quantificar os níveis de influência das faixas de declividades no rendimento da floresta. Na Figura 22 temos a carta temática produtividade alta x Declividades com a distribuição dos 31,62% das áreas com alto índice de produtividade conforme tabela 9:

Faixa	Área (hectares)	Percentagem (%)
0 a 13	2.422,7207	94,93
13 a 30	122,9932	4,76
30 a 45	7,9142	0,31
45 a 100	0	0,00
Total	2.582,4089	100

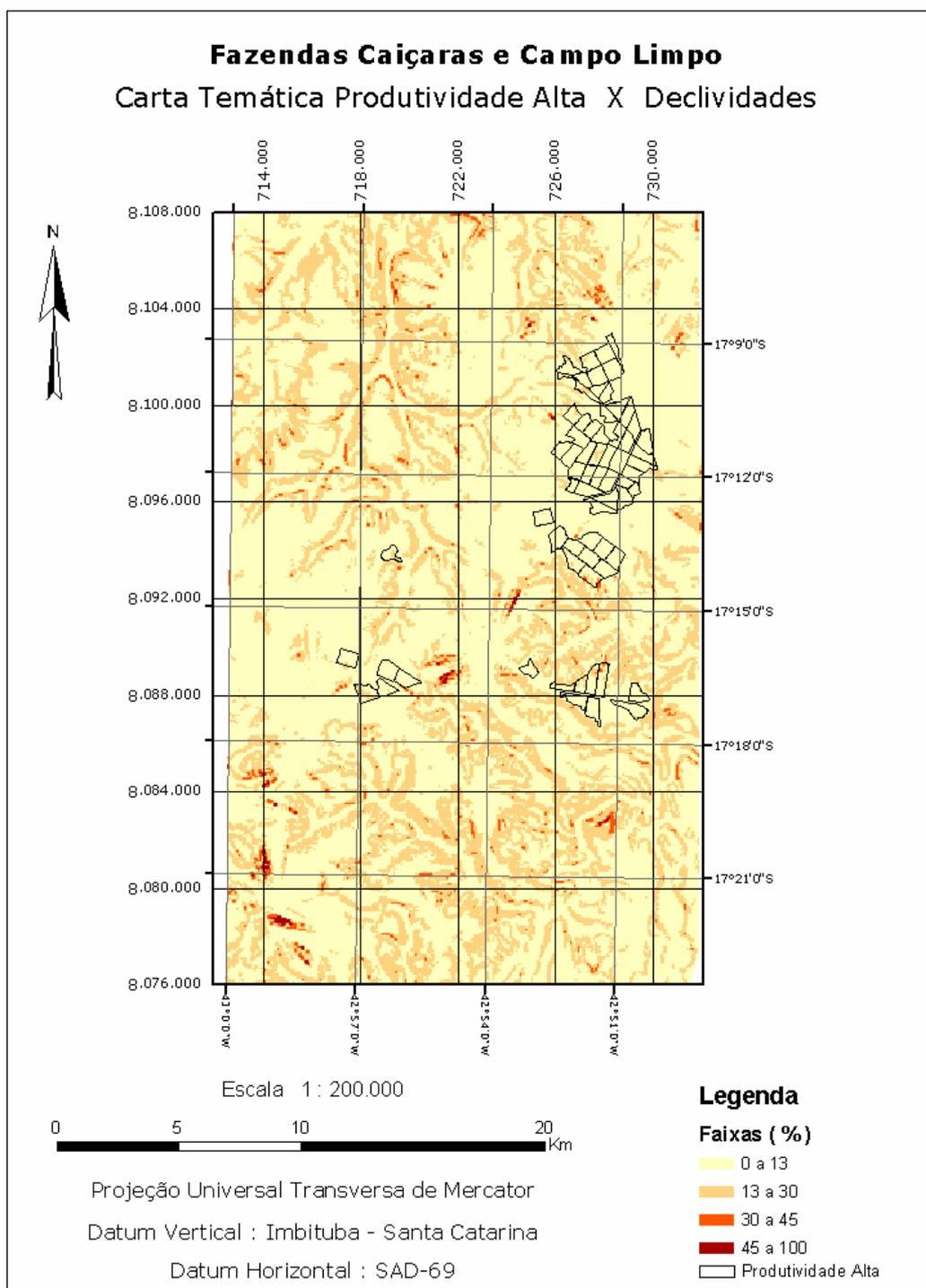


Figura 20 - Carta Temática produtividade alta x Declividades

4.7.3 Produtividade alta x Insolação

O objetivo deste mapa é identificar e quantificar os níveis de influência dos períodos de exposição solar no rendimento da floresta. Na Figura 23 temos a carta temática produtividade alta x Insolação com a distribuição dos 31,62% das áreas com alto índice de produtividade conforme tabela 10:

Períodos	Área (hectares)	Percentagem (%)
Manhã	325,6505	12,61
Meio dia	1406,6541	54,47
Tarde	850,1043	32,92
Total	2.582,4089	100

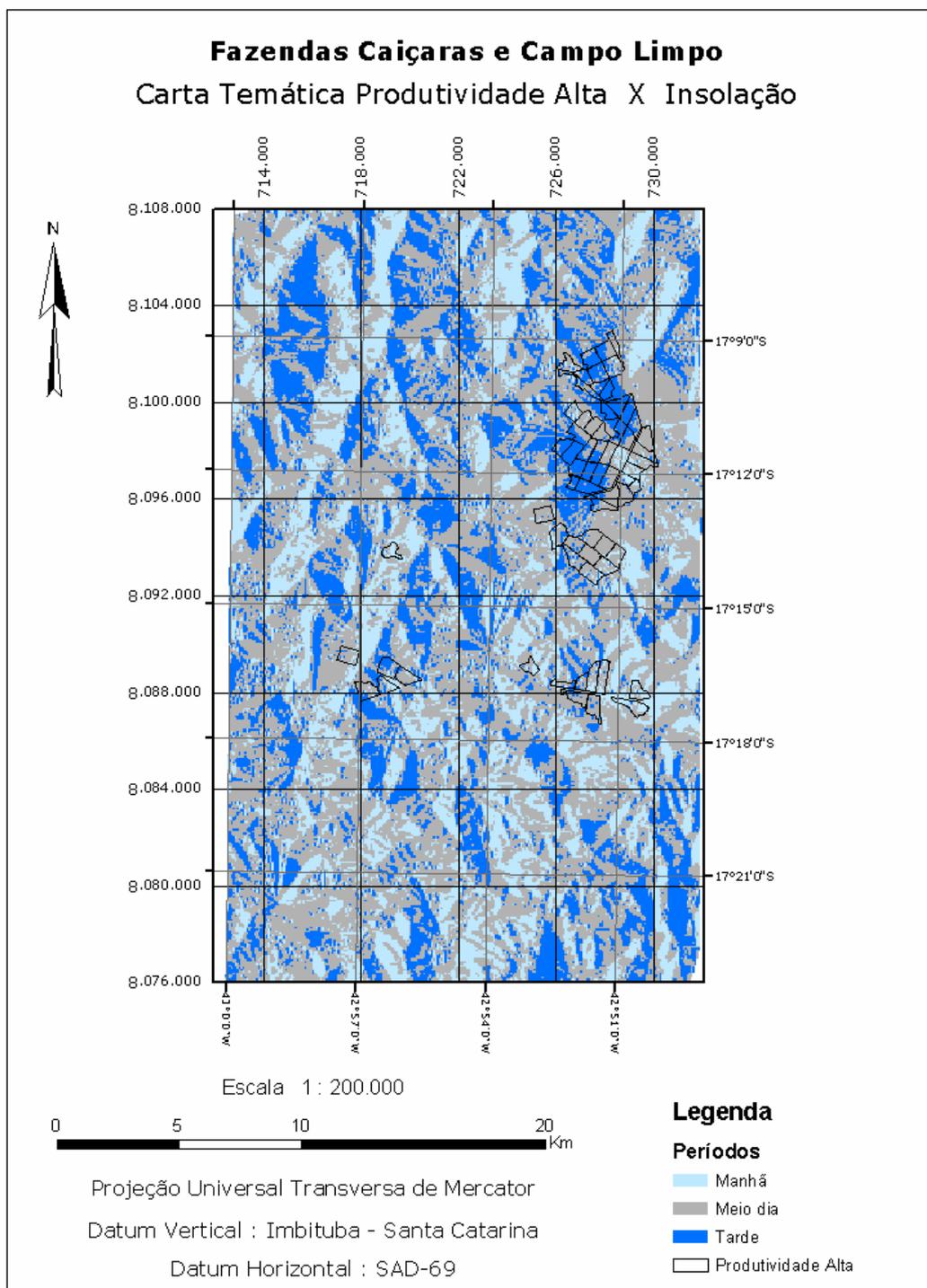


Figura 21 - Carta Temática produtividade alta x Insolação

4.7.4 Produtividade alta x Hipsometria

O objetivo deste mapa é identificar e quantificar os níveis de influência das faixas de altitude no rendimento da floresta. Na Figura 24 temos a carta temática produtividade alta x hipsometria com a distribuição dos 31,62% das áreas com alto índice de produtividade, conforme tabela 11:

Faixa (m)	Área (hectares)	Percentual (%)
400,000 a 500,000	0	0
500,001 a 600,000	0	0
600,001 a 700,000	0	0
700,001 a 800,000	24,4639	0,95
800,001 a 900,000	1.277,2279	49,46
900,001 a 1.000,000	1.215,3449	47,06
1.000,001 a 1.100,000	65,3722	2,53
Total	2.582,4089	100

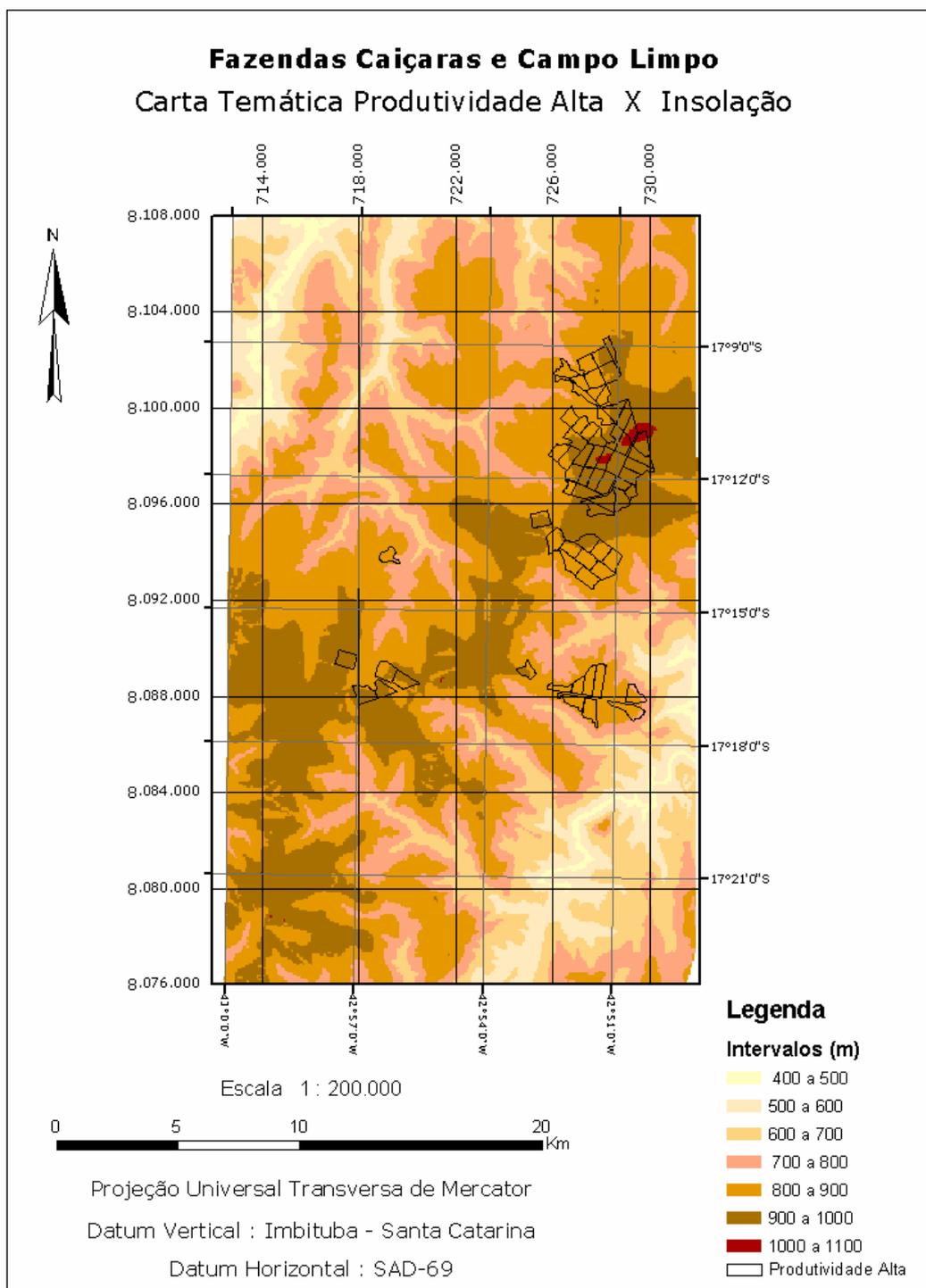


Figura 22 - Carta Temática produtividade alta x Hipsometria

5 Conclusões

Como mencionado anteriormente nosso objetivo com este estudo não é chegar a nenhum resultado conclusivo, pois são muitas variáveis envolvidas no processo e trabalhamos somente com algumas delas, devido à escassez de recursos e tempo. O modelo apresentado baseou-se na medição do rendimento, estudo do relevo, estudo da exposição solar e classificação dos solos, associando-os a uma localização exata. Uma vez georeferenciados, essas informações foram expressas na forma de cartas temáticas. Entender e modelar a variabilidade espacial da produtividade das culturas, das propriedades do solo, do relevo, da exposição solar e de qualquer outra variável que possa estar relacionada com a produtividade é de grande importância quando se busca atingir alto coeficiente de mecanização, uniformidade do rendimento, alta taxa de produtividade, melhor cobertura contra a erosão em conformidade com a legislação ambiental. Neste estudo ilustrativo verificamos que 91,70% da área estudada é mecanizável, e que 94,70% da área com produtividade alta se encontra na área mecanizável; 96,73% da área estudada se encontra na faixa de altitude de 800 a 1000 metros, e que 96,52% da área com produtividade alta se encontra nesta faixa de altitude; 54,30% da área estudada está localizada nas encostas que recebem sol no período próximo ao meio dia, sendo que 54,47% da área com produtividade alta se encontra nestas encostas; 49,84% da área estudada se encontra no solo latossolo vermelho escuro, e que 45,54% da área com produtividade alta se encontra neste solo; Com relação à área de preservação permanente aquela protegida lei, nosso estudo limitou-se a restringir (criando buffers) às situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, que como dito anteriormente, com relação a este quesito podemos verificar que o empreendimento está de acordo com as normas ambientais.

Na nossa percepção, guardadas as devidas proporções, conseguimos experimentar com análises e consultas simples o quanto os sistemas de informações geográficas contribuem para otimizar o uso dos recursos ambientais disponíveis. O modelo apresentado, e as análises oriundas do mesmo não esgotam, de maneira alguma a complexidade existente na elaboração de um projeto do gênero, mas, procurou apresentar de maneira simples uma metodologia de trabalho.

6 Bibliografia

MOURÃO, A. C. M; ROCHA C. H. B. Desmistificando os aplicativos Microstation; guia prático para usuários de geoprocessamento. Petrópolis – RJ: Os Autores, 2001.

ASSAD, EDUARDO DELGADO ET ALI. Sistema de Informações Geográficas – Aplicação na Agricultura. 2ª Ed. Rev. E amp. Brasília: Embrapa. Serviço de Produção de Informação – SPI, 1998.

SILVA, JORGE XAVIER DA. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro - RJ: Edição do Autor, 2001.

ROCHA, CÉZAR HENRIQUE BARRA. Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora - MG: Edição do Autor, 2000.

LAMPARELLI, RUBENS A..C. ET ALI. Geoprocessamento e Agricultura de Precisão; Fundamentos e Aplicações. Guaíba - RS: Editora Agropecuária, 2001. Série Engenharia Agrícola volume II.

RODRIGUES, M. Geoprocessamento: um retrato atual. Revista Fator GIS. Sagres Cartografia e Editora, Curitiba – PR, Ano 1, nº 2, pág. 20-23, 1993.

ELMIRO, Marcos Antônio Timbó. Fundamentos de Modelagem Digital de Terreno: Notas de aula , Belo Horizonte: UFMG 2002.

MACHADO, Maria Márcia Magela, VOLL, Eliane. Projeto em Geoprocessamento – Entrada, Manipulação, Análises Simples e Layout no ArcView 8: Notas de aula , Belo Horizonte: UFMG 2002.

DAVIS Jr., Clodoveu A., Fonseca, Frederico T. Introdução aos sistemas de Informação Geográficos. Belo Horizonte: Empresa de Informática e informação do Município de Belo Horizonte S.A. – Prodabel, 2001.

[http// www.scopotecnologia.com.br](http://www.scopotecnologia.com.br)

[http// www.fatorgis.com.br](http://www.fatorgis.com.br)