

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NO  
PLANEJAMENTO DE UNIDADE POLÍTICO-  
ADMINISTRATIVA MUNICIPAL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Inajara dos Anjos da Silva Decian**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NO PLANEJAMENTO  
DE UNIDADE POLÍTICO-ADMINISTRATIVA MUNICIPAL**

**por**

**Inajara dos Anjos da Silva Decian**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração Tecnologia da Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geomática.**

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2005**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de  
Mestrado:

**APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NO PLANEJAMENTO DE  
UNIDADE POLÍTICO-ADMINISTRATIVA MUNICIPAL**

Elaborada Por:  
**Inajara dos Anjos da Silva Decian**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Pedro Roberto de A. Madruga  
Presidente/Orientador (UFSM)

---

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick (UNICENTRO)

---

Prof. Dr. Roberto Cassol (UFSM)

Santa Maria, 23 de Dezembro de 2005

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de formação, pública e de qualidade de que muito me orgulho;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geomática, na figura dos seus professores, pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso;

Ao meu amado esposo Vanderlei, por todo o amor, carinho, dedicação e apoio na realização deste trabalho;

Aos meus familiares pelo incentivo demonstrado, principalmente ao meu querido e “velho” pai, a minha Titi e, minha amada Mãe, que me protege e abençoa lá do céu;

Ao professor Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga pela orientação deste trabalho, incentivo e amizade demonstrada;

Aos professores, Dr. Roberto Cassol e Dr. Luciano Farinha Watzlawick, pelo conhecimento transmitido e pela participação na comissão examinadora;

A todos que de uma maneira ou de outra, contribuíram para a realização do curso e deste trabalho.

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NO PLANEJAMENTO DE UNIDADE POLÍTICO-ADMINISTRATIVA MUNICIPAL**

**AUTORA: INAJARA DOS ANJOS DA SILVA DECIAN**

**ORIENTADOR: PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA**

**Data e Local da Defesa: Santa Maria, 23 de dezembro de 2005.**

O planejamento municipal depende do monitoramento, atualização permanente e gestão eficiente de informações sobre a qualidade da ambiência, o que pode ser realizado através de Sistemas de Informações Geográficas –(SIGs)- adequadamente estruturados e implementados. O município requer um estudo que venha a levantar, analisar e prognosticar possíveis problemas podendo efetuar um monitoramento com o objetivo de atualizar informações e apoiar planejamentos físico-ambientais, pois é de grande importância na medida em que detecta o uso desordenado que causa deterioração no ambiente, visando diminuir o impacto da ação antrópica. Desta forma, o presente trabalho propõe a utilização das geotecnologias para o planejamento do Município de Nova Palma/RS, gerando um banco de dados geográfico, no intuito de obter um mapeamento temático municipal, propondo novas formas, mais adequadas de uso e ocupação, objetivando maior eficácia e rapidez na implementação de ações restauradoras e, conseqüentemente, a melhoria na qualidade de vida. A elaboração das cartas temáticas serviram para traçar um diagnóstico do município, facilitando a visualização das áreas afetadas por conflitos ambientais e, áreas mais suscetíveis a erosão, devido ao seu relevo com declividades acentuadas e, principalmente, a ação antrópica negativa verificada na prática da agricultura, onde a maioria dos municípios com alta sustentabilidade, proveniente do setor rural, como é o caso do município de Nova Palma, desconsideram as práticas sustentáveis, visando a alta produtividade, o lucro imediato e, não a preservação ambiental.

Palavras-chaves: Geotecnologias; Planejamento Municipal; Preservação Ambiental.

## **ABSTRACT**

Dissertation of Master  
Program of Masters degree in Geomatical  
Federal University of Santa Maria

### **APPLICATION OF GEOTECNOLOGYS IN THE PLANNING OF MUNICIPAL POLITICAL-ADMINISTRATIVE UNIT**

**AUTHOR: INAJARA DOS ANJOS DA SILVA DECIAN**

**ADVISOR: PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA**

**It dates and Local of the Defense: Santa Maria, December, 23 of 2005.**

The municipal planning depends on the monitoring, permanent modernization and efficient administration of information about the quality of the ambience, what can be accomplished through Geographical Information Systems -GIS - appropriately structured and implemented. The municipal district request a study that comes to lift, to analyze and to predict possible problems could make a monitoring with the objective of to modernize information and to support physical-environmental planning, because it is of great importance in the measure in that detects the disordered use that it causes deterioration in the atmosphere, seeking to decrease the impact of the action human. This way, the present work proposes the use of the geotecnologias for the planning of the Municipal district of Nova Palma/RS, generating a geographical database, in the intention of obtaining a municipal thematic mapping, proposing new adapted forms of use and occupation, objectifying larger effectiveness and speed in the implementing of restoring actions and, consequently, the improvement in the life quality. The elaboration of the thematic maps was good to trace a diagnosis of the municipal district, facilitating the visualization of the areas affected by environmental conflicts and, more susceptible areas the erosion, due to its relief with accentuated declivous and, mainly, the action negative antrópica verified in the practice of the agriculture, where most of the municipal districts with high sustentabilidade, coming of the rural section, as it is the case of the municipal district of Nova Palma, they disrespect the maintainable practices, seeking the high productivity, the immediate profit and, not the environmental preservation.

Word-keys: Geotecnologys; Municipal planning; Environmental preservation.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Espectro Eletromagnético.....	21
FIGURA 02 - LandSat 7.....	21
FIGURA 03 - Constelação de satélites GPS em órbita da terra.....	24
FIGURA 04 - Triangulação entre satélites GPS e Receptor.....	25
FIGURA 05 – Mapa de Localização da Área de Estudo – Município de Nova Palma/RS....	32
FIGURA 06– Módulo de Trabalho de Álgebra de Mapas e Modelos Lógicos do Idrisi 32..	46
FIGURA 07 - Carta Imagem do Município de Nova Palma/RS.....	50
FIGURA 08 – Mapa Político-Administrativo do Município de Nova Palma/RS.....	53
FIGURA 09 – Carta Hipsométrica do Município de Nova Palma/RS.....	55
FIGURA 10 – Carta Clinográfica do Município de Nova Palma/RS.....	58
FIGURA 11 – Carta de Uso da Terra do Município de Nova Palma/RS.....	63
FIGURA 12 – Carta de Legislação Ambiental do Município de Nova Palma/RS.....	66
FIGURA 13 – Carta de Conflitos Ambientais do Município de Nova Palma/RS.....	70
FIGURA 14 – Carta de Suscetibilidade à Erosão no Município de Nova Palma/RS.....	72

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Pesos adotado para as classes de Uso da Terra.....	44
TABELA 2 - Pesos Adotados para as Classes Hipsométricas.....	44
TABELA 3 - Pesos Adotados para as Classes Clinográficas.....	45
TABELA 4 - Pesos adotados para as Áreas com Preservação e Conflitos Ambientais.....	45



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Faixas espectrais do LandSat 7.....	22
QUADRO 02 - Principais Características e Aplicações das Bandas do LandSat.....	23
QUADRO 03 – Dados Apurados sobre os Cultivos Temporários no Município.....	37
QUADRO 04 – Dados Apurados sobre os Cultivos Permanentes no Município.....	37
QUADRO 05 – Ordens de Drenagem do Município.....	52
QUADRO 06 – Quantificação das Unidades Geomorfológicas.....	54
QUADRO 07- Quantificação das classes clinográficas para o Município.....	56
QUADRO 08 – Quantificação dos Usos da Terra no Município.....	59
QUADRO 09 – Quantificação das Áreas de Preservação Permanente no Município.....	64
QUADRO 10 – Quantificação dos Conflitos Ambientais Existentes no Município.....	67
QUADRO 11 – Quantificação das Áreas Suscetíveis a Erosão no Município.....	71

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 O Município como Unidade de Planejamento Ambiental.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 As Geotecnologias.....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Sensoriamento Remoto.....	20
3.2.1.1 Espectro Eletromagnético.....	20
3.2.2 O LandSat 7.....	21
3.2.3 Sistema de Posicionamento Global (GPS).....	24
<b>3.3 Banco de Dados Geográficos.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Conflitos Ambientais e Código Florestal.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5 Processos Erosivos.....</b>	<b>29</b>
<b>4- MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. Localização e Caracterização Física do Município de Nova Palma.....</b>	<b>31</b>
4.1.1 Geologia.....	31
4.1.2 Geomorfologia.....	33
4.1.3 Solos.....	33
4.1.4 Vegetação.....	34
4.1.5 Clima.....	34
4.1.6 Hidrografia.....	35
<b>4.2 Caracterização Histórica e Econômica do Município de Nova Palma.....</b>	<b>35</b>

<b>4.3 Material Cartográfico, Equipamentos e Aplicativos Computacionais.....</b>	<b>37</b>
<b>4.4 Procedimentos Metodológicos.....</b>	<b>38</b>
4.4.1- Digitalização e manutenção dos planos de informação.....	38
4.4.2 Obtenção do Plano de informação de Uso da Terra.....	40
4.4.3 Obtenção dos Planos de Informações do Modelo Numérico de Terreno, Hipsometria e Clinografia.....	40
4.4.4 Utilização de Operadores de Contexto e de Distância para a obtenção do Plano de Informação de Legislação Ambiental.....	42
4.4.5 Obtenção do Plano de Informação de Conflitos Ambientais.....	43
4.4.6 Zoneamento de Suscetibilidade a Erosão.....	43
4.4.7 Montagem e Manutenção de Banco de Dados Geográfico.....	47
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1- Carta Imagem.....</b>	<b>48</b>
<b>5.2 Mapa Político-Administrativo .....</b>	<b>51</b>
<b>5.3 Carta Hipsométrica.....</b>	<b>54</b>
<b>5.4 Carta Clinográfica.....</b>	<b>56</b>
<b>5.5 Carta de Uso da Terra.....</b>	<b>59</b>
<b>5.6 Carta de Legislação Ambiental.....</b>	<b>64</b>
<b>5.7 Carta de Conflitos Ambientais.....</b>	<b>67</b>
<b>5.8 Carta de Suscetibilidade à Erosão.....</b>	<b>71</b>
<b>5.9 Banco de Dados Geográfico.....</b>	<b>73</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIAS.....</b>	<b>76</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Em uma Prefeitura Municipal, o entendimento da necessidade de informações precisas e ajustadas às suas atribuições é crucial para auxiliar os processos de gestão. Cabe à Gestão Municipal resolver problemas que dependem de um planejamento estratégico. Mais de 75% das informações utilizadas na gestão municipal são referentes a recursos, naturais e humanos, relacionados à sua geografia. Por isso, a gestão espacial dos recursos naturais e humanos do ambiente municipal requer um conjunto de ferramentas que permitam gerar, atualizar e analisar de forma dinâmica informações advindas das mais diversas fontes (como bancos de dados e cartografia), de forma integrada e inteligente.

E, para este trabalho se apresentam às novas potencialidades do emprego de geotecnologias para aquisição, análise e espacialização de informações consolidadas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), para tomada de decisões nas Prefeituras. Com essas ferramentas o administrador pode visualizar o espaço e seus recursos de um modo inovador, manipulando informações em um ambiente digital de maneira rápida, concisa e muito mais abrangente.

O planejamento municipal depende do monitoramento, atualização permanente e gestão eficiente de informações sobre a qualidade da ambiência, o que pode ser realizado através de Sistemas de Informações Geográficas -SIGs- adequadamente estruturados e implementados.

Desta forma, a proposta de utilização das geotecnologias para o planejamento do Município de Nova Palma/RS, gerando um banco de dados geográfico, no intuito de obter um mapeamento temático da área, propondo novas formas de uso mais adequadas ao seu relevo com declividade acentuada, objetivando maior eficácia e rapidez na implementação de ações restauradoras e, conseqüentemente, a melhora na qualidade de vida, se faz tão necessária.

O município requer um estudo que venha a levantar, analisar e prognosticar possíveis problemas podendo efetuar um monitoramento com o objetivo de atualizar informações sobre o uso da terra, pois é de grande importância na medida em que detecta o uso desordenado que causa deterioração no ambiente, visando diminuir o impacto da ação antrópica nesta ambiência, sendo que este, está inserido na região denominada de 4ª Colônia de Imigração Italiana que faz parte de uma das áreas-piloto escolhida para a implantação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul (RBMA/RS).

O município pertencia a portugueses por concessão de sesmarias, e posteriormente começou a ser povoado, inicialmente em 1882 por imigrantes alemães, no distrito de Caemborá, e no ano de 1885 por imigrantes italianos, onde a ocupação da área, no início da colonização, ocorreu priorizando a produção agrícola para subsistência, de forma a incentivar, indiscriminadamente, a derrubada da mata nativa para a implantação de áreas agricultáveis. Esta ocupação ocorreu de modo desordenado, e gerou fortes impactos ambientais, enfrentados ainda nos dias atuais. Impactos estes, gerados pelos métodos tradicionais usados na produção agrícola, principalmente a herança do cultivo sem o uso de práticas conservacionistas e em desacordo com critérios técnicos de produção. Nestes mais de 100 anos de colonização que se passaram desde a chegada dos primeiros colonizadores, tem-se a visão da alteração do meio ambiente local: o desmatamento, erosão, conflitos de uso da terra.

Sob esta ótica, o estudo dos dados municipais para a administração se torna uma ferramenta que agrega a rapidez do processamento com a precisão dos dados manipulados, possibilitando um correto diagnóstico através do cruzamento e manipulação dos dados obtidos e georreferenciados em formato digital.

A maioria dos municípios com alta sustentabilidade econômica, proveniente do setor rural, como é o caso do município de Nova Palma, precisam de apoio metodológico para poder tomarem decisões relativas a seu desenvolvimento. Os espaços de negociação precisam ser abastecidos por informações técnicas que estimulem as discussões, ofereçam novos elementos para as reflexões, apresentem alternativas e permitam definir as melhores estratégias de desenvolvimento sem que ocorra deterioração ambiental.

Como o planejamento é um processo que deve ser adaptado, permanentemente, às mudanças dos objetivos ou das condições, faz-se necessário desenvolver localmente a capacidade de planejamento e de diagnosticar tecnicamente. Para tanto, o planejamento requer tecnologias capazes de elaborar um diagnóstico e planejar, mas antes, a de capacitar os atores locais através de mecanismos de participação capazes de estimular a reflexão, a aprendizagem e o poder de manipulação e conhecimento dos dados municipais.

O planejamento precisa ser efetuado e gerenciado localmente, pelas comunidades e governos locais, já que são elas as que, diretamente, serão afetadas pelas decisões tomadas e responsáveis, em grande parte, pela implementação das ações conseqüentes. Tendo seus interesses reconhecidos e atendidos, estas populações podem participar efetivamente da implantação de projetos, o que representa um estímulo à criatividade, a liberação das energias

disponíveis localmente e a consolidação da concepção de cidadania participativa e da conscientização ecológica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Utilizar as Geotecnologias para apoio a planejamentos físico-ambientais no município de Nova Palma/RS.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Obter dados físicos da área municipal, gerando um banco de dados geográfico, para a elaboração do diagnóstico físico-ambiental do município;
- Elaborar planos de informação, em forma de cartas temáticas, aplicando a estruturação do banco de dados geográfico;
- Propor procedimento metodológico para gerar o zoneamento de suscetibilidade a erosão, com o uso das Operações Matemáticas de Cálculo de Imagem – Álgebra de Mapas e Modelos Lógicos do Aplicativo SIG/Idrisi 32.

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 O Município como Unidade de Planejamento Ambiental**

A incorporação da dimensão ambiental no planejamento não se baseia, apenas, no plano de desenvolvimento de uma concepção espacial sobre o ambiente. Na realidade, consiste na análise sistemática, no decorrer de todo o processo de planejamento, das oportunidades e das potencialidades, bem como dos riscos e perigos inerentes à utilização dos recursos ambientais pela sociedade em prol do seu desenvolvimento.

Os recursos naturais, o ambiente construído e os ecossistemas não constituem categorias abstratas num eventual modelo de planejamento, mas realidades concretas, espaciais e territoriais, muito bem inter-relacionadas. Assim, a incorporação da dimensão ambiental implica, obrigatoriamente, a necessidade de o planejamento expressar-se em termos de utilização do espaço, dos recursos naturais, devendo, portanto, ter uma especificação geográfica precisa, pela qual o processo de ordenação territorial adquire uma hierarquia determinante (GRINOVER, 1989).

Cendrero (1982 apud BOTELHO et al., 1999), considera o planejamento ambiental ou territorial como “uma atividade intelectual por meio da qual se analisam os fatores físico-naturais, econômicos, sociológicos e políticos de uma zona (um país, uma região, uma província, um município, etc.) e se estabelecem às formas de uso do território e de seus recursos na área considerada”.

Percebe-se que o termo planejamento ambiental é utilizado de forma abrangente e pode ser utilizado para definir todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área que leve em consideração fatores físico-naturais e sócio-econômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e/ou dos recursos naturais (BOTELHO, 1999).

O planejamento, de forma geral, procura entender o espaço em todo o seu contexto, não enfocando apenas um tema, mas procurando trabalhar com e entre os diversos estratos que compõem o meio. Os planejamentos são reunidos de forma a indicar uma abrangência espacial. Têm-se aqueles de inclusão local, relacionados a uma área pontual; os de bacia



hidrográfica; os municipais e estaduais, de limites territoriais legais, ou os regionais que abrangem uma área que pode ser limitada por municípios, bacias ou paisagens comuns.

SANTOS (2004), diz que “o planejamento é um processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos para chegar a decisões acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis”. A mesma autora diz, ainda, que “a ênfase do planejamento, está na tomada de decisões, subsidiadas num diagnóstico que, ao menos, identifique e defina o melhor uso possível dos recursos do meio planejado”.

Outro importante conceito que necessita ser entendido é o de planejamento ambiental dentro de um ordenamento territorial. Enquanto planejamento econômico-social, o ordenamento territorial é um processo em que se define a forma pela qual se dará o desenvolvimento, em longo prazo, com base em suas características próprias (étnicas, culturais, sociais, econômicas e físico-naturais). Já, enquanto organização espacial, define a distribuição das atividades humanas e a forma pela qual elas se realizam, de acordo com as características físicas, biológicas e perceptuais do território de modo que se atinja um sistema funcional. Assim sendo, pode-se entender ordenamento territorial como a projeção espacial de uma estratégia de desenvolvimento econômico, social e ambiental, através de um enfoque interdisciplinar (GÓMES-OREA, 1991).

Neste sentido, o planejamento constitui a técnica de conhecer um determinado território, visando identificar a distribuição espacial dos recursos físicos, da população e de suas atividades de forma equilibrada com os recursos disponíveis, compreendendo o planejamento rural, urbano e social, podendo ser aplicado então em nível municipal com vistas à colaborar na tomada de decisões em prol da qualidade ambiental e de vida. Considerando esse conceito, o planejamento ambiental consiste em se utilizar de metodologias e procedimentos para avaliar as conseqüências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação (ALMEIDA *et al.*, 1993).

Um desafio aos pesquisadores, planejadores e políticos é combinar o crescimento econômico e a manutenção das potencialidades ambientais em uma abordagem integradora. Deve-se ter o máximo de cuidado para que os objetivos das propostas de conservação dos recursos naturais não sejam considerados contraditórios às metas de desenvolvimento. Um crescimento econômico saudável deve ser considerado como pré-requisito necessário para criar as condições que permitam a implantação de uma política construtiva no tocante às ameaças ambientais atualmente emergentes. Para atingir tal objetivo é necessário integrar a

funcionalidade dos sistemas naturais em esferas diferentes do conhecimento, tais como, economia, física, ecologia e geografia (CHRISTOFOLETTI, 1999).

De acordo com PIRES et al.(1998), entre os elementos implícitos ao planejamento ambiental municipal estão sub-entendidos a: - necessidade de conhecer os dados da área sob planejamento; - compreender as questões ambientais envolvidas; - equacionar a abordagem de solução; - implementar ações para solucionar estas questões, de modo que o planejamento pressupõe uma pesquisa, uma análise e, a partir destas, uma síntese. As fases conhecer e compreender remetem ao diagnóstico ambiental municipal e permitem um levantamento da situação ambiental, identificando e caracterizando os principais tipos e formas de uso dos recursos naturais e de produção de bens e serviços nos meios rural e urbano.

De acordo com MISSIO (2003), o conflito político entre a proteção ambiental e os lucros de curto prazo continuam e, nos últimos anos, alcançaram a escala global, não estando mais restritos às escalas locais e regionais. Infelizmente, estes conflitos tendem a tornar-se cada vez mais intensos, pelo menos enquanto a maioria das pessoas e, principalmente os administradores públicos, não estejam conscientes dos perigos de deixar a poluição sair fora do controle, bem como das tecnologias para prevenir e corrigir os problemas relacionados à poluição e à degradação dos recursos naturais. O conhecimento adequado dos sistemas ambientais possibilita compreender suas reações perante os impactos causados pelos projetos socioeconômicos e avaliar os benefícios e os malefícios a curto, médio e longo prazo. A gestão ambiental baseia-se no conhecimento das condições reais e na elaboração de cenários futuros como respostas dinâmicas evolutivas.

Os estudos de impactos ambientais constituem instrumentos que integram o conhecimento adquirido na análise dos sistemas ambientais com os objetivos das políticas de planejamento e manejo dos recursos, procurando coordenar a implantação da alternativa de melhor uso por meio de uma avaliação antecipativa e fundamentada no planejamento estratégico (CHRISTOFOLETTI, 1999; EMBRAPA, 1999).

### **3.2 As Geotecnologias**

A aplicação das geotecnologias na aquisição dos dados e seu processamento são fundamentais as pesquisas, facilitam a análise e interpretação dos mesmos, com rapidez e confiabilidade, pois para SCHOLTEN (1991), “a opção da tecnologia do SIG, busca melhorar a eficiência operacional e permitir uma boa administração das informações estratégicas, tanto

para minimizar os custos operacionais, quanto para agilizar o processo decisório”. Sendo confirmado por SILVA (1999), quando diz que

[...] os Sistemas de Informações Georreferenciadas ou Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são usualmente aceitos como uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais e, portanto, oferece, ao ser implementada, alternativa para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da Geotecnologia, ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da Geoestatística. A tecnologia do Sistema de Informações Geográficas (SIG) está para as análises geográficas, assim como o microscópio, o telescópio e os computadores estão para as outras ciências.

Os SIGs, apresentam ferramentas de tratamentos de dados que permitem a aplicação de modelos matemáticos na análise espacial. O ganho na aplicação desses modelos dentro de um SIG é a otimização da espacialização dos fenômenos, gerando informação que pode ser correlacionada a outras adquiridas em outros modelos (MOURA, 2003).

Geotecnologias é um termo amplo, que engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais. Dentre essas tecnologias, se destacam: o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistema de Posicionamento Global – GPS - e os Sistemas de Informações Geográficas – SIG (PINA, 1994).

De acordo com FLORENZANO (2002), “o SIG tem uma utilidade muito grande no estudo e monitoramento do meio ambiente e no planejamento de cidades, regiões, países e de diferentes atividades e serviços”. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um recurso de que dispõem os geógrafos e outros profissionais dos diversos ramos do conhecimento para suas pesquisas ambientais. Trata-se da cartografia temática ligada às chamadas ciências da Terra ou geociências (geologia, geomorfologia, pedologia, climatologia, recursos hídricos) às biociências (botânica e zoologia) e às ciências humanas (economia, sociologia). Com a espacialização dos fatos estudados e cartografados, faz-se uma integração dos dados, facilitando, assim, a análise e avaliação ambiental de uma determinada área para seu planejamento ambiental.

Para integração de dados em planejamento ambiental, os SIGs apresentam, pelo menos, três requisitos essenciais: a eficiência (pela facilidade de acesso e

manipulação de grande volume de dados), a integridade (pelo controle de acesso por múltiplos usuários) e a persistência (pela manutenção de dados por longo tempo, e sua possível revisão). Sua capacidade de realizar sobreposições de temas, a partir de operações booleanas, permite estabelecer inúmeros tipos de correlações entre os temas levantados (SANTOS, 2004).

Então, a adoção das geotecnologias, como técnicas de geoprocessamento, tem sido considerada como principal ferramenta na coleta e análises de informações sobre o ambiente. Aliadas a cartografia digital, ao sensoriamento remoto e ao sistema de posicionamento global (GPS) que apesar de ter sido concebido inicialmente para outros fins, rapidamente se verificou o seu potencial como processo de aquisição de dados para formação, atualização e manutenção de bases cartográficas, mostram-se eficazes nos planejamentos e no estudo da terra, fornecendo informações de forma rápida e simples.

A partir do surgimento dos primeiros GPS cadastrais, que possuem, além da capacidade de mapeamento, a possibilidade de entrada de dados alfanuméricos em campo, associados às feições mapeadas (pontos, linhas e polígonos), se verificou uma verdadeira revolução na integração GPS/SIG (ROCHA, 2000).

Imagens de satélite com resoluções cada vez melhores, aliadas às informações provenientes de processamento de imagens, ampliaram a aplicabilidade a diversas áreas como: levantamento de recursos ambientais, análise ambiental, agricultura, entre outras. Pois, para MOURA (2003), “o geoprocessamento, ramo da análise espacial que muitas vezes é associado somente à aplicação ou proposição de técnicas, deve ser compreendido em sentido mais amplo, pois é produto de um contexto científico que norteia o modo de compreensão da realidade”.

Sendo confirmado por Silva et al. (1987 apud ROCHA et al. 2003), quando comentam que o

Geoprocessamento de dados ambientais constitui-se, em sentido amplo, num meio de se fazer ciência e, mais especificamente, de investigar realidades ambientais complexas de modo abrangente, consistente e com economia de tempo e esforços. Trata-se de uma tecnologia, à qual se associam organicamente técnicas e procedimentos de pesquisa; em resumo, um suporte físico, implicando numa forma de abordagem específica.

### 3.2.1 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto pode ser entendido, em linhas gerais, como emissão de imagens pelos satélites que rastreiam a superfície terrestre. Segundo a variação da tonalidade e da cor das imagens recebidas, é possível interpretar dados relacionados à geologia, geomorfologia, uso da terra, ocupação humana e hidrografia, entre outros, de um determinado território. Existem vários tipos de satélites adequados para a análise ambiental, como os do sistema LandSat, por exemplo.

Segundo NOVO (1999), “Sensoriamento Remoto pode ser definido como a aquisição de informações sobre um objeto a partir de medidas feitas por um sensor que não se encontra em contato físico direto com ele. As informações sobre o objeto, neste caso, são derivadas da detecção e mensuração das modificações que ele impõe sobre os campos de força que o cercam”.

A evolução do Sensoriamento Remoto através de sensores mais potentes, proporcionando imagens com resoluções cada vez melhores, associadas com técnicas de extração de informação oriundas do processamento de imagens, ampliou sua aplicabilidade a diversas áreas do conhecimento: Levantamento de Recursos Ambientais, Análise Ambiental, Geologia, Agricultura, Florestas, Estudos Urbanos são algumas das áreas diretamente afetadas. Outro fator relevante é a periodicidade das suas imagens, as quais permitem monitorar situações de desmatamento, desertificação, inclusive com possibilidades de prevenção de desastres naturais (ROCHA, 2000).

#### 3.2.1.1 Espectro Eletromagnético

A energia eletromagnética é o meio através do qual os dados do objeto são transmitidos ao sensor, transformando-se através da frequência, intensidade e polarização em informação. As interações entre a radiação eletromagnética e os objetos variam ao longo do espectro eletromagnético. (Figura 01)

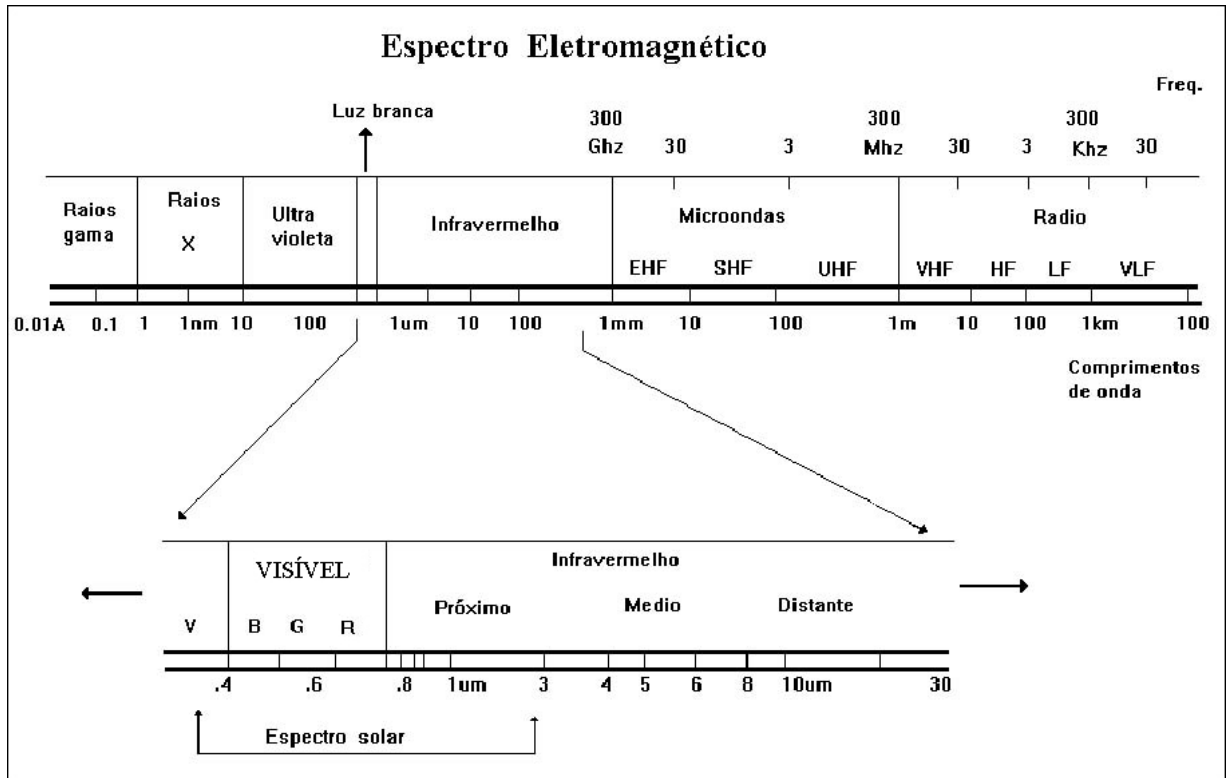


Figura 01 - Espectro Eletromagnético

Fonte: <http://www.gpstm.com.port/apstila.port.htm>

### 3.2.2 O LandSat 7

É um satélite de recursos naturais, devido à sua órbita quase polar, recobre grande parte da totalidade da Terra. De acordo com ROCHA (2000), “o LandSat 7 foi lançado em 1999, com os sensores *ETM+* (*Enhanced Thematic Mapper*) e *PAN* (*Pancromático*), operando com sete canais multispectrais e um canal *PAN*, respectivamente. A banda *PAN* consegue resoluções espaciais de até 15m, possibilitando escalas de até 1:25.000. O satélite LandSat 7 encontra-se a uma altura de 705Km”.(Figura 02)

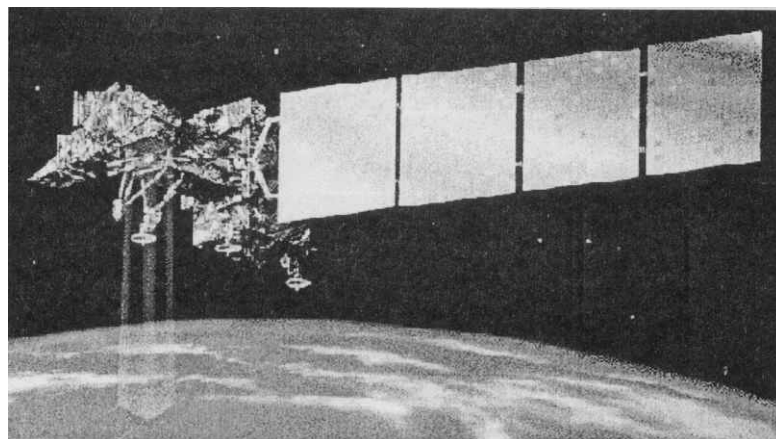


Figura 02 - LANDSAT 7

Fonte: ROCHA (2000)

O mesmo autor descreve, ainda, que o

LandSat 7 é composto por sete bandas espectrais, com mais uma banda PAN e melhoria de resolução espacial na banda termal 6 para 60m. Cada banda representa em uma certa faixa espectral. Uma imagem em tons de cinza é feita com uma banda, enquanto que uma imagem colorida é feita com 3 bandas de acordo com as características a serem realçadas.

O quadro 01 mostra as faixas espectrais do LandSat 7

BANDA	FAIXA ESPECTRAL
PAN	0.50 a 0.90 um – apenas LandSat 7
1	0.45 a 0.52 um azul
2	0.52 a 0.60 um verde
3	0.63 a 0.69 um vermelho
4	0.76 a 0.90 um infravermelho-próximo
5	1.55 a 1.75 um infravermelho-médio
6	2.08 a 2.35 um infravermelho-distante
7	10.4 a 12.5 um infravermelho-termal

Quadro 01 – Faixas espectrais do LandSat 7  
Fonte: ROCHA (2000)

A combinação destas bandas, apresentadas no quadro anterior, é que propiciam o mapeamento temático de qualquer área em estudo. Sendo recomendado pelo INPE as seguintes combinações:

**Bandas 1, 2 e 3:** imagens em cor natural, com boa penetração de água, realçando as correntes, a turbidez e os sedimentos. A vegetação aparece em tonalidades esverdeadas.

**Bandas 2, 3 e 4:** definem melhor os limites entre o solo e a água, ainda mantendo algum detalhe em águas profundas, e mostrando as diferenças na vegetação, aparece em tonalidades de vermelho.

**Bandas 3, 4 e 5:** mostram mais claramente os limites entre o solo e água, com a vegetação mais discriminada, aparecendo em tonalidades de verde-rosa.

**Bandas 2, 4 e 7:** mostram a vegetação em tons verdes e permitem discriminar a umidade, tanto na vegetação como no solo.

A fusão das bandas do LandSat 7 permite a extração de maior conteúdo de informações, combinando a precisão de 15m da PAN com a riqueza de dados obtidos pelos outros canais. A banda termal 6 permite a medição relativa de temperatura radiante ou o cálculo da temperatura absoluta.

O quadro 02 apresenta as principais características e aplicações das bandas do LandSat.

<b>BANDA</b>	<b>INTERVALO Um</b>	<b>PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DAS BANDAS DO LANDSAT</b>
1	(0.45 – 0.52)	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (caratenóides). Apresenta sensibilidade a nuvens de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	(0.52 – 0.60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	(0.63 – 0.69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (ex. solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex. campo, cerrado e floresta). Permite mapeamento de drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0.76 – 0.90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	(1.55 – 1.75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico.
6	(10.4 – 12.5)	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	(2.08 – 2.35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Quadro 02 - Principais Características e Aplicações das Bandas do LandSat.

Fonte: ROCHA (2000)



Ainda, no caso do LandSat 7, pode-se fazer a combinação de 3 bandas multispectrais com a precisão da banda PAN, resultando em imagens sintéticas conhecidas como *Imagens de Fusão ou Merge*, com relevante ganho em termos de extração de informações devido a melhora na qualidade de resolução espacial, produzindo mapeamentos em escalas até 1:25.000.

### 3.2.3 Sistema de Posicionamento Global (GPS)

“O *Sistema de Posicionamento Global* – GPS foi projetado e desenvolvido pelo Departamento de Defesa Americano. As intenções iniciais eram utilizá-lo, principalmente, para a navegação com propósitos militares. Somente com a descoberta da grande precisão do sistema e com o aumento da eficiência dos receptores é que ele passou a ser também utilizado pela comunidade civil”.(ROCHA, 2000).

Segundo MONICO (2000), “o GPS é um sistema de abrangência global. Esse sistema tem facilitado todas as atividades que necessitam de posicionamento...”. “A concepção do sistema GPS permite que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, ou próximo a ela, tenha à sua disposição, no mínimo, quatro satélites para serem rastreados”.

De acordo com ROCHA (2000), “o GPS consiste, atualmente, de 24 satélites, os quais estão distribuídos em 6 órbitas planas. Cada plano possui uma inclinação de  $55^\circ$  em relação ao plano do Equador. Todos os satélites estão a cerca de 20.200 Km acima da Terra e completam um revolução inteira, em torno da Terra, a aproximadamente cada 11 horas e 58 minutos”. (Figura 03)



Figura 03 - Constelação de satélites GPS em órbita da terra.  
Fonte: <http://www.gpstm.com.port/apstila.port.htm>

Na terra os sinais enviados pelos satélites disponíveis em determinado local são interceptados por um receptor denominado genericamente de GPS, que possui um decodificador de sinal, uma antena e bateria. Este receptor tem a função de armazenar estes sinais com precisão de hora determinada por um relógio atômico que consta nos satélites. Ao reconhecer a localização dos satélites através dos sinais gerados pelos mesmos, o receptor, que contém um código de identidade para identificar qual satélite está emitindo, permitindo que as triangulações entre quatro ou mais satélites sejam feitas determinando a localização do receptor (Figura 04).

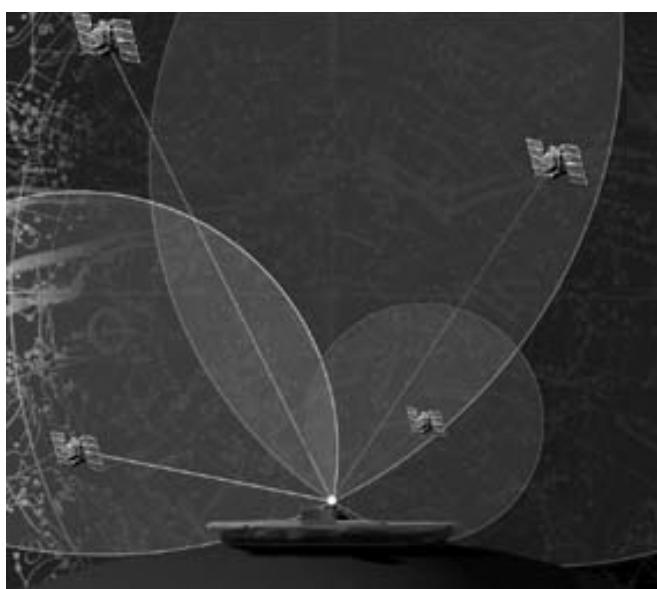


Figura 04 - Triangulação entre satélites GPS e Receptor.

Fonte: <http://www.gpstm.com.port/apstila.port.htm>

O receptor armazena esta série de sinais que são posteriormente processados permitem que a posição seja determinada em posição tridimensional, ou seja, latitude/longitude/altitude, além de através de processamento contínuo de posição, determinar velocidade e direção de deslocamento. O processamento destes sinais permite ao usuário civil obter uma precisão de 2cm a 5m, pelas correções de sinais, podendo ser usados em várias aplicações que exijam um alto nível de precisão, de acordo com o objetivo do trabalho a ser realizado.

As aplicações dos sinais emitidos pelos satélites são as mais variadas, na aviação geral e comercial e na navegação marítima, qualquer pessoa pode se localizar e usar o relógio do GPS com precisão, ou encontrar seu caminho para determinado lugar e para o ponto de partida, conhecer ainda a velocidade e direção de seu deslocamento. Podendo ser utilizado também e com grande propriedade na topografia, onde se pode obter levantamentos precisos e com maior rapidez com o uso do GPS para a coleta de pontos.

Este sistema de posicionamento é também usado para georreferenciar bases cartográficas, que facilitam a localização e determinação de dados. No georreferenciamento de fotografias aéreas e imagens de satélites, permitindo a elaboração de mapas temáticos com escalas precisas, determinando a projeção de vários mapas em um mesmo sistema de coordenadas, permitindo o cruzamento de dados e uso do Sistema de Informações Geográficas.

Atualmente, fala-se no seu uso para monitoramento de máquinas agrícolas e transporte rodoviário, onde, a empresa tem maior controle sobre estes serviços, evitando rotas desnecessárias e dificultando roubos. Com a popularização do sistema, começou a ser usado na agricultura de precisão, na qual são instalados receptores nas máquinas, dotados de cartões magnéticos e tratados por programa específico, que produz mapa de produtividades da lavoura, determinando a aplicação de corretivos e fertilizantes proporcionando aos produtores um melhor manejo das propriedades.

### **3.3 Banco de Dados Geográficos**

De acordo com LIMA (1999)

Bancos de dados (ou bases de dados) é uma coleção de tabelas, cada uma organizada como um conjunto de registros ligados por um conjunto definido de relações entre tabelas. Uma base de dados permite, a criação de conjuntos complexos de relações para um melhor acompanhamento e controle dos dados. Assim, base de dados é uma coleção de dados fundamental a um sistema, empresa ou empreendimento.

Para MEDEIROS & PIRES (1998) “a maneira com que os dados são armazenados em um banco de dados facilita a organização, a consulta e a atualização das informações”. Sendo confirmado por ASSAD & SANO (1998), quando dizem que:

Banco de dados, é um conjunto de arquivos estruturados de forma a facilitar o acesso a conjuntos de informações que descrevem determinadas entidades do mundo. Os bancos de dados geográficos distinguem-se dos bancos de dados convencionais por armazenarem dados relacionais com a localização das entidades, além dos dados alfanuméricos.

Segundo ROCHA (2000), “os bancos de dados são formados pelos bancos de dados espaciais, descrevendo a forma e a posição das características da superfície do terreno, e o

banco de dados de atributos, descrevendo os atributos ou qualidades destas características. Em alguns sistemas, o banco de dados espaciais e o de atributos são integrados em uma entidade simples, conhecida como *coverage*". O mesmo autor complementa que, "num banco de dados do tipo relacional, os diversos arquivos são ligados entre si de forma lógica. Cada arquivo ou tabela, como são chamados os arquivos no modelo relacional, contém diversos campos (ou colunas) e, para se relacionar com o outro arquivo basta que este novo arquivo tenha um destes campos. Desta maneira as duas tabelas estão relacionadas."

DAVIS Jr & FONSECA (1997), complementam dizendo que, "está provado que o modelo relacional, com seus recursos, é capaz de implementar os conceitos de todos os modelos, simulando seu funcionamento e podendo substituí-los, se necessário. É o principal tipo de banco de dados utilizado atualmente, tanto para SIGs como para aplicações convencionais."

Um Banco de Dados representará sempre aspectos do Mundo Real. Assim, sendo uma Base de Dados (ou Banco de Dados, ou ainda BD) é uma fonte de onde se pode extrair uma vasta gama de informações derivadas, que possui um nível de interação com os eventos do Mundo Real que representa. A forma mais comum, de interação Usuário e Banco de Dados, se dá através de sistemas específicos que por sua vez acessam o volume de informações geralmente através da linguagem SQL (MEDEIROS & PIRES, 1998).

### 3.4 Conflitos Ambientais e Código Florestal

Para ZANON (2001), "se associarmos as limitações físicas como relevo, hidrografia, clima e tipo de solo, veremos que as opções ficam restritas a algumas atividades econômicas. Muitas vezes a absoluta falta de recursos financeiros leva a implementação de uma atividade econômica totalmente prejudicial ao meio ambiente e sem as menores condições de prosperar. É comum se observar à implantação de lavouras de subsistência por meio de roçadas e queimadas em áreas de grande declividade".

Sendo assim, segundo ROCHA (1997), "ocorrem conflitos de uso da terra quando as culturas agrícolas ou pastagens são desenvolvidas em áreas impróprias, sendo que estes, figuram entre os maiores responsáveis pelas erosões, assoreamentos de rios, barragens e açudes, enchentes e efeitos de secas". O mesmo autor define ainda, o uso da terra como "a

forma que ela está sendo utilizada pelo homem e, seu levantamento consiste no mapeamento e avaliação, quantitativa e qualitativa de tudo que existe sobre a superfície terrestre”.

GUERRA et al (2001), acreditam que “para o conhecimento das reais potencialidades e limitações de uso e ocupação de uma determinada área é preciso levantar dados acerca de seus atributos físicos, como clima, geologia, relevo, solos, rede de drenagem e vegetação”.

Por isso, a importância da vegetação na manutenção do equilíbrio de um sistema é evidente, assim cabe estudar as normas que regem a utilização e manutenção deste recurso natural, que consta no Código Florestal Federal.

O Código Florestal Lei nº4.771 de 15 de setembro de 1965 (D.O.U. de 16/09/95), determina normas para as áreas de preservação permanente para as vegetações, conforme os artigos:

- Art. 1º - Considera-se de preservação permanente, pelo efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação naturais situadas:
  - a) Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
    - 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
    - de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
    - de 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;
    - de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 500 metros de largura.
  - b) Ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
  - c) Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olho d'água, em qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura;
  - d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
  - e) nas encostas ou parte destas com declive superior a 45°, equivalente a 100% da linha de maior declive;
  - f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
  - g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeção horizontal;
  - h) em altitudes superiores a 1800 metros, qualquer que seja a vegetação.

Estes parâmetros para o uso da vegetação e que fazem parte do Código Florestal Federal institui as normas, ficando exposto às situações que podem ser ou não efetuados explorações florestais.

### 3.5 Processos Erosivos

Os processos erosivos básicos são de importância fundamental para que se compreenda como a erosão ocorre e quais suas conseqüências. E a erosão ocorre a partir do momento em que as forças que removem e transportam materiais excedem aquelas que tendem a resistir à remoção.

O processo erosivo possui vários agentes causadores, tais como o vento, cursos d'água, chuva e são auxiliados pela ação humana com práticas agropecuárias. Os fatores erosivos podem ser subdivididos em erosividade (causada pela chuva), erodibilidade (proporcionada pelas propriedades do solo), características das encostas e natureza da cobertura vegetal, que, na maioria das vezes, retarda os processos erosivos, mas que, em certas circunstâncias, pode funcionar como agente acelerador do processo.

Os fatores relacionados a cobertura vegetal podem influenciar os processos erosivos através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, dos efeitos da chuva e, do papel da vegetação na formação de húmus. BIGARELLA (2003), diz que “a erosão do solo pela água compreende duas seqüências importantes de eventos representados pela liberação e pelo transporte de partículas através de dois agentes principais: salpicamento do solo pelas gotas de chuva e erosão pelo escoamento superficial”.

O mesmo autor afirma que

“O escoamento superficial no terreno desempenha um papel importante no mecanismo erosivo. A intensidade do fenômeno depende da velocidade do escoamento e, nas vertentes mais íngremes, a ação da gravidade acentua grandemente o processo. A erosão é tanto mais intensa quanto mais acidentada for a topografia”.

Sob a ótica da vegetação, GUERRA et al (2001), afirmam que, “o efeito da vegetação sobre a erosão dos solos pode dar-se de acordo com a percentagem da cobertura vegetal. Em uma área com alta densidade de cobertura vegetal, a erosão ocorre em taxas baixas [...]. Em áreas parcialmente cobertas pela vegetação a perda de solo pode aumentar rapidamente”.

Para BIGARELLA (2003), “a vegetação constitui um obstáculo ao escoamento, diminuindo os efeitos erosivos [...]. Uma floresta muito fechada representa uma proteção bastante efetiva contra a erosão do solo, retardando o escoamento das águas das chuvas”.

De acordo com Morgan (1984) apud GUERRA et al (2001), “a cobertura vegetal pode reduzir a quantidade de energia que chega ao solo durante a chuva e, dessa forma, minimizar os impactos das gotas, reduzindo a erosão”.

Ainda, o mesmo autor coloca que

As práticas agrícolas, além de reduzir a cobertura vegetal permanente dos solos, podem tornar certos solos mais sensíveis à erosão, pois a diminuição do teor de matéria orgânica reduz a resistência ao impacto das gotas de chuva, o que dificulta a infiltração da água, aumentando o escoamento superficial e a perda de solo.

A GEO BRASIL (2002), coloca que “o modelo agrícola predominante no país é baseado em uso de energia fóssil, agroquímicos, mecanização intensiva e forte preocupação com a eficiência econômica, via ganhos e produtividade”. Ainda, ocorre o preparo intensivo do solo com implementos como arados e grades de discos, esse modelo aumenta fortemente os processos erosivos pela exposição do solo ao sol, à chuva, destruição de seus agregados, formação de camadas compactadas, decréscimo de permeabilidade e infiltração e, elevação das perdas de solo.

A mesma reportagem continua afirmando que em razão da ampliação da área agrícola, e do uso intensivo das terras, as perdas de solo por erosão se ampliaram. Além das partículas de solo em suspensão, o escoamento superficial transporta nutrientes, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas, que além de causarem prejuízos à produção agropecuária, poluem os recursos hídricos.

Os fatores relativos à encostas podem afetar a erodibilidade, principalmente, por meio da declividade. A erosão causada pelo impacto das gotas de chuva é influenciada pela declividade das encostas. Havendo, também, segundo Morgan (1986) apud GUERRA (2001), a possibilidade de “em encostas muito íngremes, a erosão diminuir devido ao decréscimo de material disponível”.

Em topo este processo, independente das condições e características do solo observa-se que a vegetação desempenha um importante papel na conservação e estabilização de material intemperizado, ficando evidente, quando se observa onde ocorre com maior intensidade os processos erosivos, nas áreas com plantio convencional, áreas de pastagens e em menor intensidade em áreas com cobertura vegetal.

A vegetação tem a propriedade de aumentar a absorção e infiltração de água pelo solo, principalmente em chuvas contínuas e com menor intensidade, funcionando como um regulador do processo de saturação de água no solo por fluxo de tronco.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Localização e Caracterização Física do Município de Nova Palma**

O município de Nova Palma localiza-se no estado do Rio Grande do Sul (figura 05), entre as coordenadas geográficas de longitude Oeste 53°14'12" a 53°31'55" e, latitude Sul 29°20'08" a 29°31'58". Pertence à Microrregião Homogênea de Restinga Seca, composta pelos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Formigueiro, Ivorá, Nova Palma, Restinga Seca, São João do Polêsine, Silveira Martins, constituindo a Mesorregião denominada de Centro Ocidental Riograndense.

Histórico-culturalmente pertence à região denominada de Quarta Colônia de Imigração Italiana, sendo esta constituída pelos seguintes municípios: Nova Palma, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, São João do Polêsine e Silveira Martins. Com uma área de 319,9Km<sup>2</sup> é dividido em 3 (Três) distritos principais: 1º Distrito Nova Palma (sede Nova Palma, 2º Distrito Caemborá (sede Caemborá) e 3º Distrito Vila Cruz (sede Vila Cruz). Limita-se a norte com os municípios de Júlio de Castilhos e Pinhal Grande, a leste com o município de Ibarama, a sul com os municípios de Agudo, Dona Francisca e Faxinal do Soturno e a oeste com o município de Ivorá.

A caracterização física do município, quanto aos parâmetros de geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, foram sintetizadas do PROJETO RADAM BRASIL (1986, v. 33) da Secretaria de Planejamento da Presidência da República e IBGE, o qual aborda o Levantamento dos Recursos Naturais do Rio Grande do Sul.

#### **4.1.1 Geologia:**

A geologia na área do município de Nova Palma expressa tempos geológicos diferentes, dentre os quais, encontram-se os seguintes compartimentos geológicos:

- **FORMAÇÃO SANTA MARIA:** pertencente à era do mesozóico, do período triássico superior; sendo este compartimento encontrado nas altitudes de 100 a 130 metros do nível do mar. A constituição desta camada geológica é de siltitos argilosos maciços, de cor vermelha, com níveis esbranquiçados de concreções calcáreas sub-horizontais de ambiente continental.



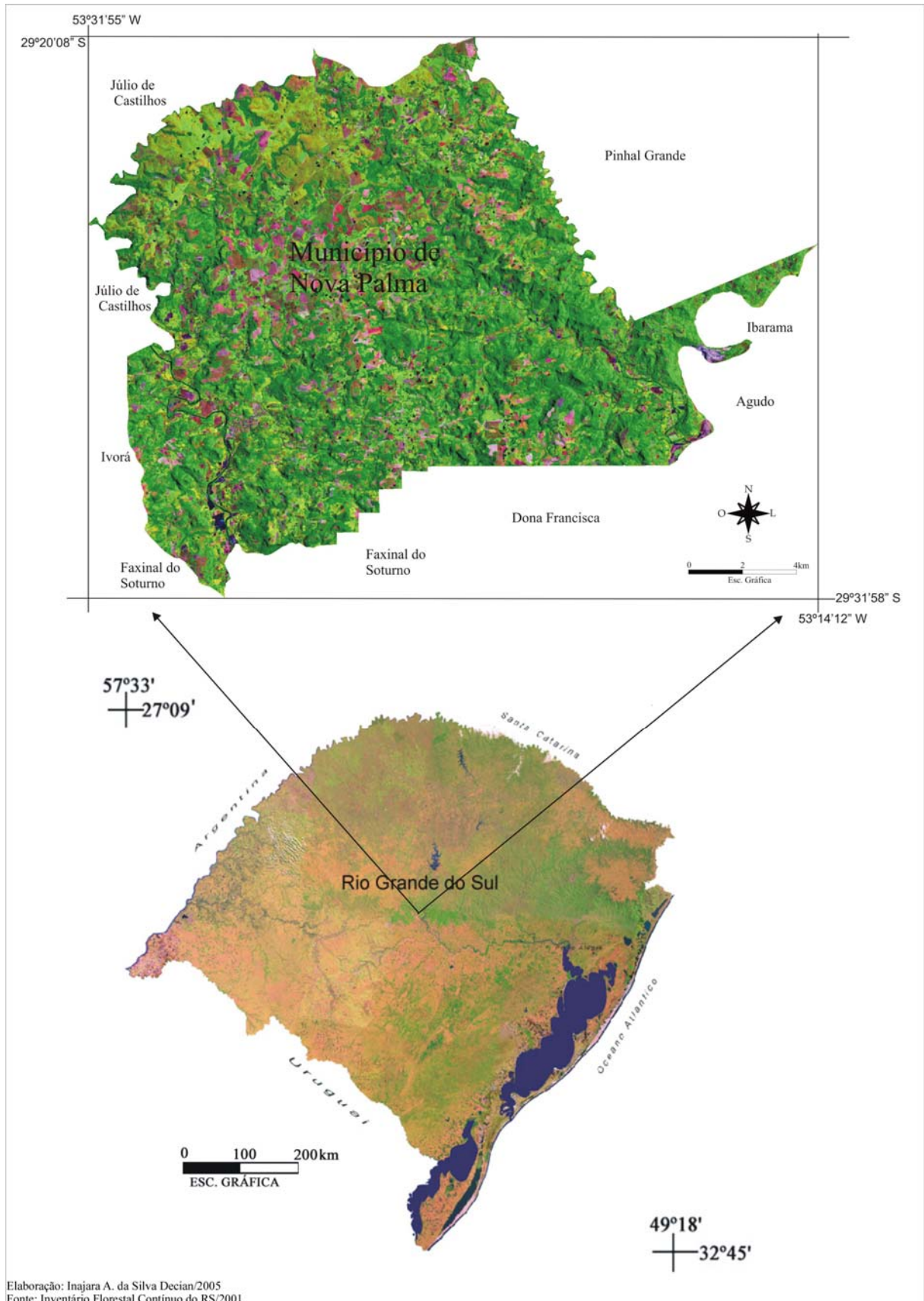


Figura 05- Mapa de Localização da Área de Estudo – Município de Nova Palma/RS.

- **FORMAÇÃO BOTUCATU:** da era mesozóica, período cretáceo/jurássico, com altitudes de 140 a 280 metros. A composição é de arenitos médios a finos, de cor rosa avermelhada, de ambiente eólico.

- **FORMAÇÃO SERRA GERAL:** formada por lavas basálticas, diques e sills dos períodos Juracretáceo. Este compartimento geologicamente está dividido em duas seqüências devido à composição de suas rochas:

- a) Seqüência Inferior – composta de rochas vulcânicas básicas: basalto e andesitos toleíticos de cor cinza escura, possuindo intercalações de arenitos eólicos. Esta seqüência vai de altitude de 80 a 340 metros, é a porção mais conhecida por Rebordo do Planalto devido as suas características acidentadas e abruptas.
- b) Seqüência Superior – são rochas vulcânicas ácidas: riolitos, granófiros de cor cinza clara a média e vitrófiros de cor preta ou castanha subordinados, com disjunção tabular dominante. Este compartimento está situado em altitudes superior a 340 metros.

#### 4.1.2 Geomorfologia:

Quanto a geomorfologia, a área do município de Nova Palma, apresenta três unidades geomorfológicas:

- **DEPRESSÃO CENTRAL:** compreende as altitudes de 70 a 280m, compondo áreas de relevo plano, mas contendo também áreas de relevo ondulado que estão em contato com as partes inferiores do Rebordo do Planalto. Nesta unidade as formações geológicas são os Sedimentos Atuais (conglomerados, arenitos médios argilosos, siltitos arenosos fluviais), e os Terraços Fluviais (areias, argilas e cascalhos fluviais), compostos por depósitos de sedimentos fluviais ou sedimentos provenientes dos compartimentos mais elevados do Planalto.
- **REBORDO DO PLANALTO:** nesta porção o relevo é mais íngreme e, as inclinações são maiores. A principal seqüência geológica da área é, a seqüência inferior da Formação Serra Geral, constituída de rochas básicas como o basalto.
- **PLANALTO:** onde ocorrem afloramentos rochosos e o solo é mais raso. A base geológica é pertencente à seqüência superior da Formação Serra Geral.

#### 4.1.3 Solos:

Os solos são de textura argilosa, não pedregosa (latossolo roxo), possuindo também, solos podzólicos vermelho escuro de textura média, solos pedregosos e, ainda, solos arenosos.

De um modo geral, os solos acima do Rebordo do Planalto são mais profundos, sem presença de cascalhos.

O Rebordo do Planalto é representado pela grande presença de solos com predominância de cascalhos e matacões. Nestes locais há grande ocorrência de florestas naturais, que se encontram preservadas em função dos condicionantes físicos.

#### 4.1.4 Vegetação:

A vegetação natural do município de Nova Palma era ocupada originalmente pela cobertura florestal denominada de Floresta Estacional Decidual, caracterizada por grande diversidade florística, principalmente no Rebordo, sendo possível individualizar em tipos diferentes de acordo com a altitude e pela presença de espécies em cada local, sendo:

- a) Floresta Sub-Montana – encontra-se geralmente nas altitudes de 30 a 400m, abrangendo o Rebordo que, faz parte da Encosta da Serra Geral, onde os solos são argilosos e pedregosos (matacões de pequeno porte) com certa profundidade, apresentando grande diversidade de espécies, predominando espécies como a Canela-Preta, Canela-Amarela, Ingá, Branquilha, Cedro, Angico, entre outras.
- b) Floresta Montana – nos extratos superiores à 400m, se difere da anterior apenas em algumas espécies como, Cangerana, Açoita-Cavalo, Guajuvira, nestas condições topográficas nas localidades de Pinhalzinho, Gramado e Comércio ocorrem bosques com Araucária. (RADAM BRASIL, 1986 v. 33).

#### 4.1.5 Clima:

O clima no município de Nova Palma apresenta, durante o ano, dois períodos térmicos distintos: um, com temperatura média das médias superior à 20°C, durante os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (verão) e, outro com temperaturas médias inferiores à 15°C, nos meses de junho, julho e agosto (inverno). Isto devido à influência da vegetação local.

Segundo Köpen apud BARATTO et al (1994), a área em estudo pode ser classificada como clima temperado chuvoso e quente tipo Cfa (com mês mais frio de temperaturas entre -3°C a 18°C e, mês mais quente com temperaturas superiores a 22°C). As temperaturas médias anuais da área são de 18°C a 19°C, possuindo no inverno a predominância da Massa Polar Atlântica e, no verão da Massa Tropical Atlântica. No regime de precipitações pluviométricas, não são observados períodos de déficit hídrico, eventualmente nos meses de dezembro a março. Isto ocorre devido à influência da Floresta Estacional Decidual. A precipitação anual

encontra-se em torno de 1600mm, sendo os meses de maior precipitação abril, maio, setembro e outubro. O clima se torna mais ameno, nas épocas de verão, no planalto pela elevação da altitude, ao mesmo tempo em que no período do inverno, o frio se torna mais intenso, bem como a ação dos ventos.

#### 4.1.6 Hidrografia:

A hidrografia do município de Nova Palma segundo MARIN (2000), é constituída, essencialmente, por rios e arroios perenes, refletindo a distribuição de chuvas durante todo o ano, sem estação seca. A rede hidrográfica do município é dividida em duas microbacias: na margem direita do Rio Jacuí, a do Rio Soturno (sudoeste de Nova Palma) e a do Arroio Caemborá (centro-oriental de Nova Palma). O Rio Soturno nasce no Planalto Riograndense, a noroeste de Nova Palma, no município de Júlio de Castilhos, e possui um percurso total de 60 Km até a sua foz, ao sul do município de Dona Francisca, no rio Jacuí. O Rio Soturno se constitui num rio perene o ano todo e de leito pedregoso. O Arroio Caemborá nasce na porção nordeste do município, no Planalto. Possui um leito em forma de “V”, encaixado entre vertentes cobertas de florestas, em grande parte nativas.

## 4.2 Caracterização Histórica e Econômica do Município de Nova Palma

O processo de ocupação do município de Nova Palma se remete ao estudo da colonização e surgimento da Quarta Colônia de Imigração Italiana, no núcleo de Silveira Martins.

De acordo com informações obtidas no livro Imigração & 4ª Colônia. Nova Palma & Pe. Luizinho de SPONCHIADO (1996), no ano de 1877 é fundada a 4ª Colônia de Imigração Italiana de Silveira Martins. Esses imigrantes chegavam, primeiramente, no porto da cidade do Rio de Janeiro/RJ e, depois os que rumariam para o Rio Grande do Sul, desembarcavam no porto de Rio Grande/RS. Desembarcando no referido porto, tornavam a embarcar, desta vez em embarcações menores, para navegar pelo Rio Jacuí até Rio Pardo/RS, pois era até onde a correnteza permitia chegar. Depois rumavam a pé e em carretas puxadas por bois até Silveira Martins.

Como a colonização Alemã se deu anos antes, nesta referida região, estes escolheram áreas com melhores condições físicas para moradia e trabalho agrícola, restando ao imigrante italiano, regiões hostis, ou seja, áreas ocupadas por indígenas que tentavam defender sua

Terra, áreas muito íngremes, tomadas por florestas, tornando o acesso e implantação do trabalho agrícola muito mais difícil.

Então, a colonização de Nova Palma coube a 200 famílias italianas que partiram do chamado Núcleo de Silveira Martins no ano de 1885 e, se instalaram as margens do Arroio Portela, local onde posteriormente, foi erguido um monumento em homenagem a estes desbravadores e, junto ao Rio Soturno, daí, seguindo, a partir de linhas para o interior, atingindo o Planalto, onde a terra é mais fértil e o relevo mais suave para a implantação de lavoura de trigo e criação de gado. A estas famílias, coube a compra de um lote de 25 hectares, sendo que em alguns casos, os que possuíam mais disponibilidade financeira compravam mais de um lote se desejassem. As terras eram pagas, pois pela implantação da Lei de Terras e Colonização nº 601 de 1850, era proibida a posse de terras que não fosse por meio de compra. Desta forma, os colonizadores de Nova Palma, deram início ao processo de derrubada da mata nativa para implantarem áreas agrícolas, inicialmente para subsistência, como milho, trigo, feijão, entre outros.

A criação do Município de Nova Palma está atrelada a evolução das emancipações e criações de municípios no Estado do Rio Grande do Sul. Esta área do hoje município de Nova Palma pertencia, primeiramente a Rio Pardo e, quando Cachoeira do Sul se emancipa, passa a pertencer a este município, mais tarde ao município de São Martinho e, por último, fez parte do município de Vila Rica, atual Júlio de Castilhos. Finalmente, em 29 de setembro de 1960, por Decreto Lei nº 3933, se emancipa do município de Júlio de Castilhos.

A economia do município baseou-se, durante muito tempo, na produção de trigo, milho e criação de suínos, demonstrando o caráter de policultura de subsistência, devido, principalmente, à pequena área de terra de cada propriedade, bem como pelo caráter limitante das condições físicas impostas pelo relevo. Na década de 70, o que predominou, tanto em nível de Estado como de município, foi o binômio Trigo/Soja, devido aos vários incentivos governamentais e, ao mercado emergente. Mesmo as pequenas propriedades, onde a produção era basicamente familiar e com prática de policultura, passam a ser produzidos estes dois produtos, demonstrando a força do mercado junto às propriedades familiares.

Nos dias atuais, estas porções de terra, que anteriormente eram ocupadas com o cultivo de trigo, foram substituídas pelo cultivo de soja, milho, feijão, fumo e, criação de gado de corte e de leite, principalmente. As quantificações destes cultivos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico (IBGE), no último levantamento de dados realizado, no ano de 2002, podem ser conhecidas nos quadros 03 e 04 a seguir.

<b>Cultivos Temporários</b>	<b>Área Plantada em Ha</b>	<b>Produção em Toneladas</b>
Arroz	155	990
Cana-de-açúcar	190	9.500
Feijão	3000	4.650
Fumo	1200	2.040
Mandioca	240	4.800
Milho	3500	12.250
Soja	4200	8.820
Trigo	300	360
<b>Total</b>	<b>12.785</b>	<b>43.410</b>

Quadro 03 – Dados Apurados sobre os Cultivos Temporários no Município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

<b>Cultivos Permanentes</b>	<b>Área Plantada em Ha</b>	<b>Produção em Toneladas</b>
Banana	5	90
Laranja	79	1027
Pêssego	6	25
Uva	67	670
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>1812</b>

Quadro 04 – Dados Apurados sobre os Cultivos Permanentes no Município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

A criação de gado, tanto de corte, quanto de leite, no município, vem de desenvolvendo e, segundo o IBGE, este já possuem uma criação de 22.050 cabeças de gado bovino de corte e 3.099 cabeças de gado leiteiro. Sendo que a produção de leite para o ano de 2002 foi de 3.857 mil litros. A criação de suínos e ovinos, ainda é pequena, atendendo a demanda da cooperativa e, para subsistência, num total de 7.852 e 3.442, respectivamente.

O que vem se desenvolvendo, no município, é a prática da apicultura, que já chegou a produzir um total de 15.180 kg/ano.

Ainda, de acordo com o IBGE, Nova Palma possui uma população estimada para o ano de 2004 de 6.380 habitantes, sendo deste total, apenas 2.664 residentes da área urbana.

### **4.3 Material Cartográfico, Equipamentos e Aplicativos Computacionais.**

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

**Material Cartográfico:**

- Cartas Topográficas, em escala 1:50.000, elaboradas pela DSG, de Nova Palma(SH.22-V-C-II-3), Val de Serra(SH.22-V-C-I-4), Sobradinho(SH.22-V-C-II-4), Faxinal do Soturno(SH.22-V-C-V-1), Camobi(SH.22-V-C-IV-2);
- Mapa Base Municipal elaborado em 1997(convênio UFSM/CCNE – Pref. Municipal de Nova Palma);
- Imagem de Satélite LandSat TM 7 +, com resolução espacial de 15 metros e 30 metros Bandas Espectrais (banda 3, 4, 5 e PAN). Imagem Órbita Ponto 223/080 de 15 de outubro de 2002;
- GPS (Global Position System) Garmin 12 XL, para aquisição de coordenadas.

**Equipamentos computacionais:**

- Microcomputador Pentium IV, 1.200 MHZ, com 40.0 G. de espaço em disco com leitor multimídia, gravador de CD e tela 17 Polegadas;
- Impressora formatos de impressão A4 e A3;
- Mesa Digitalizadora formato A0, CalcComp;
- Scanner de varredura óptica formato A3.

**Aplicativos computacionais:**

- Programa de Geoprocessamento Idrisi 3.2 *for* Windows;
- Programa de Edição Vetorial Carta LINX;
- Programa de Geoprocessamento MapInfo 6.0;
- Programa de Edição e Tratamento de Imagem Adobe PhotoShop 5.5;
- Programa de Estruturação e Manutenção de Banco de Dados Access e MySQL;
- Editor de texto Word 2000;
- Editor Gráfico Corel Draw 10.0;
- Programa Track Maker, para edição e transferência de coordenadas.

**4.4 Procedimentos Metodológicos**

4.4.1 Digitalização e Manutenção dos Planos de Informação para elaboração da Carta Imagem e do Mapa Político-Administrativo.

Nesta etapa, utilizou-se o Programa Carta LINX, que trabalha com estruturação Topológica Vetorial. Desta forma, e tendo como base às cartas topográficas em escala 1:50.000, se digitalizou o polígono-limite do Município, e os dados referentes a rede de

drenagem, curvas de nível. O procedimento adotado para a digitalização das informações foi o seguinte:

- Escanerização das cartas topográficas, passando do formato analógico para digital com o uso do aplicativo e editor de imagem Adobe PhotoShop 5.5, em escala original a carta topográfica;
- Importação e Georreferência com pontos de controle da própria carta topográfica no aplicativo Idrisi 32;
- Conversão e digitalização no aplicativo Carta LINX, dos planos de informação.

A rede viária do Município foi obtida através de trabalho de campo com a utilização de GPS de Navegação Garmin 12XL e com a visualização e digitalização a partir de processamento digital da Banda Pancromática do LandSat TM 7+.

Após a digitalização foi trabalhada a estruturação topológica dos planos de informação, padronizando-os em formato compatível à consulta através de banco de dados *Access*, e *MySQL*, facilitando posteriores consultas no formato texto e formato de acesso a dados espaciais em tela (Ambiente Computacional SIG).

Os dados finais foram convertidos para formatos diversos de intercâmbio entre programas, como por exemplo: *dxf*, *dwg*, *rdc*, o que facilita a leitura em outros programas de Geoprocessamento, bem como a consulta e acesso aos dados a diferentes usuários.

O trabalho de campo, com o GPS de navegação, serviu também, para a verificação, de padrões espectrais, montando em laboratório assinaturas espectrais facilitando a classificação digital supervisionada de uso da terra e, referenciamento de aspectos que se fizerem necessário de serem pontuados para posteriores verificações, como pontos de problemas ambientais, uso da terra em locais impróprios, vegetação entre outros.

A etapa seguinte se consistiu na importação, georreferência, tratamento digital e utilização das operações Booleanas para a elaboração da carta imagem com resolução espacial de 15 metros colorida (merge + Pan), para trabalho a campo e, de 30 metros colorida para a classificação digital supervisionada (bandas 3/4/5). A georreferência se apoiou na utilização de pontos de controle de carta e na utilização de pontos de controle tomados a campo com GPS de navegação (devido à escala de trabalho, cartograficamente, este tipo de receptor atende as necessidades satisfatoriamente, não sendo necessário outros mais precisos como os topográficos ou geodésicos), sendo considerada satisfatória até atingir o erro admissível pelo SIG Idrisi 32 e pelo erro admissível pela escala cartográfica. A elaboração da carta imagem e do mapa Político-Administrativo consistiu na sobreposição de planos de informação e



consulta ao banco de dados geográfico, resultando na edição final destes produtos cartográficos.

#### 4.4.2 Obtenção do Plano de Informação de Uso da Terra.

Com a imagem georreferenciada do sensor LandSat TM 7+ e, devidamente tratada, nas bandas espectrais 3, 4 e 5, por ser considerada a composição que melhor representa o conjunto de usos da terra, por diferenciar nitidamente a resposta espectral dos alvos imageados na superfície terrestre, principalmente os tipos de uso da terra (solo exposto, plantado e campos, vegetação e água), efetuou-se uma classificação digital supervisionada, com a coleta de áreas de treinamento (aproximadamente 10% do total da área), a princípio, de 7 classes de Uso da Terra: Vegetação Arbórea, Vegetação Implantada, Área de Pousio/Pastagem, Agricultura Implantada, Solo Exposto, Lâmina d'água e Área Urbanizada.

De posse destas áreas de treinamento, aplicou-se os diferentes classificadores digitais do Programa de SIG Idrisi 32 (Máxima Verossimilhança, Mínima Distância e Método do Paralelepípedo), para a obtenção da imagem classificada por estes diferentes métodos. Após, as imagens classificadas foram submetidas à apreciação com a aplicação da Matriz Estatística de Probabilidade, para que seja adotada a resposta de maior significância apresentada pela matriz do Idrisi 32 (*Accuracy Assessment/Errmat*), verificando a maior probabilidade para o uso da Equação da Máxima Verossimilhança.

Foi aplicado este procedimento metodológico para a verificação da veracidade do processo de classificação digital, associado ao trabalho de campo que auxiliou na verificação dos padrões de imagem a serem adotados como padrões amostrais, com coordenadas de campo para verificações.

#### 4.4.3 Obtenção dos Planos de Informações do Modelo Numérico de Terreno, Hipsometria e Clinografia.

Com o plano de informação referente às cotas altimétricas, extraídas da carta topográfica, em equidistância de 20 em 20 metros, representadas pelas curvas de nível, aplicou-se o interpolador digital, (*Surface Interpolation/Tin-Triangulation*) do SIG Idrisi 32, para a obtenção do Modelo Numérico de Terreno, tendo em vista, o fato de ser o melhor interpolador deste SIG, comprovado a partir de trabalhos com os diferentes interpoladores digitais, por trabalhar com modelagem por triângulos irregulares, gerando uma malha de

pontos interligados por vértices de triangulação, que melhoram o resultado na obtenção do plano do MNT em formato raster, com informações de altitude para qualquer ponto da área municipal.

Na elaboração da Carta Hipsométrica (altitudes), optou-se por uma divisão direta, onde três classes foram geradas, levando em consideração os critérios geomorfológicos, quanto a unidades e sub-unidades de relevo e, principalmente, a geomorfologia do município. Com isto determinou-se a inserção do município na unidade de relevo Depressão Central entre as altitudes de 40m a 100m, na sub-unidade Rebordo do Planalto entre as altitudes de 101m a 400m e unidade Planalto entre as altitudes de 401m a 540m. A obtenção desta carta temática, ocorreu com o procedimento de reclassificação direta do plano de informação MNT, somente estipulando as classes e seus intervalos conforme exposto anteriormente.

Também, com base nos dados do Modelo Numérico do Terreno, foi gerada a rotina para confecção da carta clinográfica em função das declividades apresentadas pelo relevo do município, utilizando-se os operadores de contexto *Gis/Analysis/Surface*. Este procedimento leva em consideração a tangente de relevo e efetua a classificação em % (0 a 100%), e em Graus (0 a 90). Ao final, obteve-se a Carta Clinográfica, em porcentagem (%) seguindo a metodologia de DE BIASI (1988), onde as classes de declividade usadas pelo autor e aqui adotadas foram: classe menor de 5%, de 5% a 12%, de 12% a 30%, de 30% a 47% e, superior a 47%. Para cada intervalo de classe o mesmo autor estabelece as seguintes características:

**1ª Classe - < de 5%** - Limite urbano-industrial, utilizados internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano, efetuados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e da EMPLASA - Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A.

**2ª Classe de 5% a 12%** - Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), pois alguns autores adotam as cifras de 10% e/ou 13%. A diferença é muito pequena, pois esta faixa define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura.

**3ª Classe – de 12% a 30%** - O limite de 30% é definido por legislação federal - Lei 6766/79 – também chamada de Lei Lehmann, que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.

**4ª Classe - de 30% a 47%** - O Código Florestal fixa o limite de 25° (47%), como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas. Lei Nº 4771/65 de 15/09/65.

**5ª Classe – > de 47%** - O artigo 10 do Código Florestal prevê que na faixa situada entre 25° (47%) a 45° (100%), “não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes”.

Com isto, foi possível também, observar e quantificar estas classes, para posteriores cruzamentos de planos de informação.

#### 4.4.4 Utilização de Operadores de Contexto e de Distância para a obtenção do Plano de Informação de Legislação Ambiental.

Os dados a serem evidenciados no plano de informação de legislação ambiental, em forma de carta temática, dizem respeito declividades superiores a 25° ou 47%, Margens de Rios, Nascentes, Banhados e Topos de morros, considerados como áreas de preservação permanente.

Para a geração destes dados se utilizou a geoestatística apresentada na maioria dos SIGs, e também no SIG Idrisi 32. Os operadores de contexto servem para trabalhar raios de influência ou distâncias, a partir de pontos pré-determinados (*Buffer*). Assim, para a geração das áreas de Preservação Permanente, que envolve alguns aspectos legais que constam no Código Florestal em vigência, os operadores de contexto (ou Limites de Bordas) podem ser utilizados para determinar, no caso em estudo, as faixas adequadas concomitante a largura do rio, visando demarcar a área de preservação permanente ao longo dos mesmos, bem como para a determinação de raios de preservação permanente para as nascentes, olhos d’água e banhados (*Distance Operator*).

Outro operador utilizado para a determinação de áreas de preservação foi o reclassificador digital, capaz de identificar e separar classes conforme a necessidade do usuário. Assim, para o caso do plano de informação referente a clinografia foi reclassificado separando a classe correspondente ao ângulo superior a 25° ou > 47%, conforme previsto pelo Código Florestal com sendo área de Preservação Permanente. Outro elemento a ser reclassificado foi os topos de morros a partir do Modelo Numérico de Terreno, visando extrair esta informação para anexação posterior a carta de legislação ambiental.

Foram, também, utilizados os módulos de trabalho em Geoestatística e regressão Linear chamados de Operações Booleanas, que permite operações matemáticas de subtração, adição, divisão e multiplicação e a análise multivariada destes processos matemáticos.

Com isto, os operadores de Contexto em Geoestatística, se utilizaram destes procedimentos matemáticos e modelos numéricos, que permitiram, juntamente com o cruzamento dos planos de informação, elaborar a carta de legislação ambiental, para as áreas que necessitem destes parâmetros para a obtenção de dados.

#### 4.4.5 Obtenção do Plano de Informação de Conflitos Ambientais.

Para a elaboração deste plano de informação em forma de carta temática, que une em uma única carta temática, vários planos de informação, se utilizou o processo de Cruzamento de Tabelas (*Crosstab-Crosstabulation/CrossClassification*), que usa de pesquisa em banco de dados, efetuando um cruzamento matricial de verificação de dados Geoestatísticos em relação a localização espacial em sistema de coordenadas e codificação.

Este plano de informação é obtido cruzando-se os dados de Classificação de Uso da Terra e os Dados de Preservação Permanente. Ao final, foi possível obter dados quantitativos e qualitativos de localização geográfica e tipo de Uso/Preservação, facilitando a identificação dos problemas conflitantes de uso da terra, associando com o uso para verificar em que tipo de preservação se encontra, dentro dos preceitos estabelecidos pelo Código Florestal.

Através de banco dos bancos de dados gerados, é possível a consulta tanto por situação como por coordenadas geográficas, pois se trata de um banco de dados relacional Geoestatístico.

#### 4.4.6 Zoneamento de Suscetibilidade a Erosão.

Para a elaboração deste zoneamento se utilizou as informações derivadas do Uso da Terra, Hipsometria, Clinografia, Legislação Ambiental e Conflitos Ambientais.

Para tanto, estipulou-se pesos para cada uma das cartas e em função das variáveis analisadas. Os pesos foram ponderados em função de critérios de maior ou menor influência nos processos de erosão, por interferência em função dos condicionantes físicos e antrópicos.

O primeiro plano, denominado de Plano 1, envolvendo o Uso da Terra teve diferentes pesos e ponderações, conforme pode ser visualizado na tabela 1 a seguir, pois cada uso da terra representa diferente característica quanto a suscetibilidade a erosão superficial e laminar por escoamento.

Na elaboração dos pesos tomou-se como base à classe de uso da terra solo exposto como máxima possibilidade aos processos de erosão, que recebeu peso 10, sendo a classe

vegetação arbórea a de menor suscetibilidade, com peso 2. Para as demais classes ponderou-se em função de literaturas e conhecimentos sobre a possibilidade de suscetibilidade aos processos erosivos. Para tanto, as classes de uso da terra foram reclassificadas, em função dos pesos adotados na tabela 1, gerando o Plano 1.

Tabela 1 – Pesos adotado para as classes de Uso da Terra

<b>Classes de Uso da Terra</b>	<b>Suscetibilidade a Erosão</b>	<b>Pesos (0 a 10)</b>
Vegetação Nativa	Baixa	2
Vegetação Implantada	Média	5
Solo Exposto	Alta	10
Agricultura Implantada	Média a Alta	7
Pastagem/Pousio	Média	6
Lâmina D'Água	Nula	0
Área Urbanizada	Baixa a Média	4

Elaboração: DECIAN, I. (2005)

No Plano 2, utilizando-se como critério a hipsometria, em função da geomorfologia da área, adotou-se 3 classes com pesos distintos em função das características físicas de cada unidade geomorfológica (Depressão Central, Rebordo do Planalto e Planalto).(Tabela 2).

Tabela 2- Pesos Adotados para as Classes Hipsométricas

<b>Classes Hipsométricas</b>	<b>Suscetibilidade a Erosão</b>	<b>Pesos (0 a 10)</b>
40 – 100m (Depressão Central)	Baixa	2
101 – 400m (Rebordo do Planalto)	Alta	10
401 – 540m (Planalto)	Média	5

Elaboração: DECIAN, I. (2005)

O Plano 3, foi elaborado em função da clinografia do município, onde de acordo com a metodologia de DE BIASI, foram adotadas 5 classes. A estas classes foram atribuídos pesos referentes às características de cada classe, no que diz respeito à declividade em porcentagem. Na tabela 3 a seguir, estão relacionados os pesos para cada uma destas classes.

Tabela 3 - Pesos Adotados para as Classes Clinográficas

<b>Classes Clinográficas</b>	<b>Suscetibilidade a Erosão</b>	<b>Pesos (0 a 10)</b>
Menor de 5%	Baixa	2
De 5% a 12%	Baixa a Média	4
De 12% a 30%	Média	6
De 30% a 47%	Média a Alta	8
Maior de 47%	Alta	10

Elaboração: DECIAN, I. (2005)

O Plano 4, se constituiu no cruzamento da Carta de Legislação Ambiental e Carta de Conflitos Ambientais, onde a definição de ocorrências se deu a partir da constatação, na área de preservação ambiental, da existência ou não de vegetação arbórea e, os conflitos ocorrentes nestas áreas de preservação ambiental. Com isto, foram atribuídos os pesos referentes a existência de vegetação, ou seja, área preservada, outros usos que não a vegetação e, os conflitos existentes nas áreas de preservação permanente, o que pode ser visualizado na tabela 4.

Tabela 4 - Pesos adotados para as Áreas com Preservação e Conflitos Ambientais

<b>Área de Preservação Ambiental e Área com Conflitos Ambientais</b>	<b>Suscetibilidade a Erosão</b>	<b>Pesos (0 a 10)</b>
Preservação Ambiental (Vegetação. Arbórea em área de APP)	Baixa	2
Áreas Antropizadas (Outros Usos)	Média	6
Conflitos em Área de Preservação Permanente (Área Antropizada em APP)	Alta	10

Elaboração: DECIAN, I. (2005)

A partir da obtenção dos 4 planos de informação, reclassificados, com valores de peso para cada variável utilizou-se de procedimentos estatísticos e cruzamento de informações no Sistema de Informações Geográficas SIG/Idrisi 32, que opera com expressões matemáticas em imagens em formato raster. Assim, com os planos de informação em formato de banco de dados espaciais foi possível a elaboração da carta final.

Para a obtenção deste zoneamento, baseado em informações derivadas de outros planos de informação, utilizou-se o procedimento estatístico das expressões com imagens:

- GIS Analysis/Matematical Operation/Image Calculator, conforme figura 06.

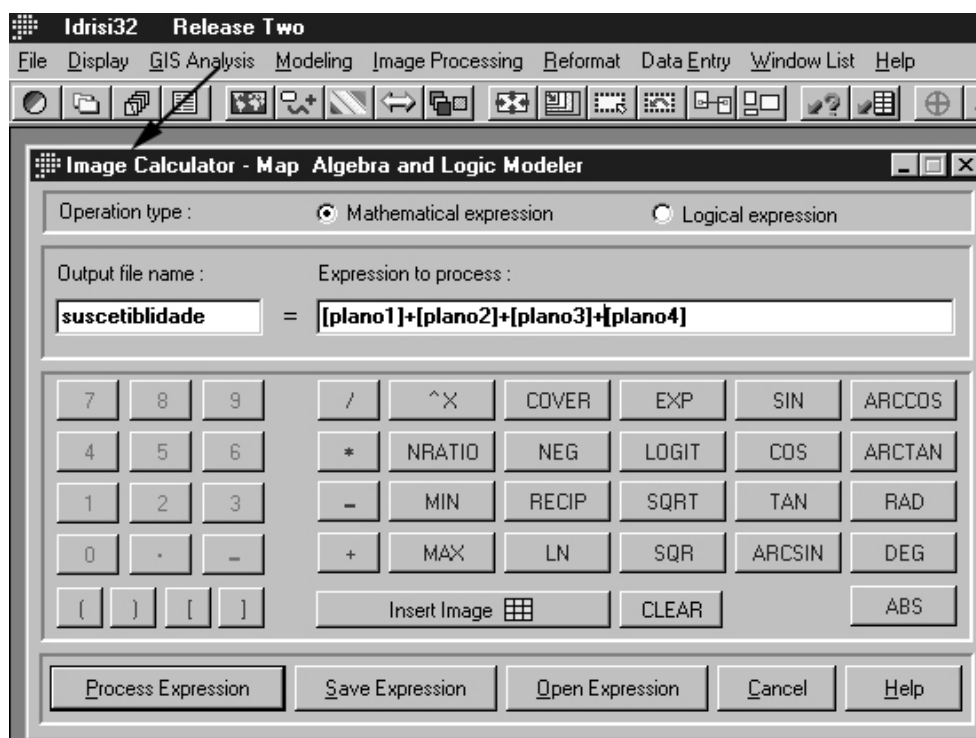


Figura 06 – Módulo de Trabalho de Álgebra de Mapas e Modelos Lógicos do Idrisi 32.  
Fonte: Aplicativo Idrisi 32

A partir dos 4 planos de informação e com a aplicação da expressão matemática com imagens, foi obtido um banco de dados espacial com o somatório das variáveis entre os quatro planos em mesma posição geográfica, ou seja, com a sobreposição e adição dos planos.

Na expressão abaixo, se pode observar um exemplo de como efetuou-se este procedimento com o uso dos planos de informação e seus respectivos pesos:

Exemplo de Expressão Matemática com o Uso de Imagens:

**a) Suscetibilidade = Plano 1 (Uso da Terra) + Plano 2 (Hipsometria) + Plano 3 (Clinografia) + Plano 4 (Legislação Ambiental e Conflitos Ambientais)**

Píxel com Posição Geográfica: X – 276000mE e Y – 6750000mN

**b) Suscetibilidade – Plano 1 (peso 10) + Plano 2 (peso 10) + Plano 3 (peso 10) + Plano 4 (peso 10) = Somatório 40, ou seja, o máximo possível de suscetibilidade a erosão para o município.**

Assim, com o cruzamento de todas as possibilidades de combinação e somatório estatístico, obteve-se valores variando de 0 a 40, que posteriormente foram reclassificados em 5 classes, considerando os intervalos de:

- Classe 1 (Baixa Suscetibilidade a processos erosivos) – valores de 0 a 8;
- Classe 2 (Baixa a Média Suscetibilidade a processos erosivos) – valores de 9 a 16;
- Classe 3 (Média Suscetibilidade a processos erosivos) – valores de 17 a 24;
- Classe 4 (Média a Alta Suscetibilidade a processos erosivos) – valores de 25 a 32;
- Classe 5 (Alta Suscetibilidade a processos erosivos) – valores de 33 a 40.

Ao final foi possível elaborar a carta de suscetibilidade aos processos erosivos levando em consideração as variáveis e planos de informação contidos neste trabalho.

#### 4.4.7 Montagem e Manutenção de Banco de Dados Geográfico

Um banco de dados geográfico é uma coleção de dados geográficos estruturados. É um banco de dados relacional que armazena dados em tabelas separadas, proporcionando maior velocidade e flexibilidade.

Todos os SIG's podem exibir dados geográficos contidos num banco de dados ou informação gerada a partir de procedimentos de análise dos dados. A exibição gráfica pode ser uma simples listagem de registros do banco de dados, uma apresentação das estatísticas em gráfico ou na forma de diagrama, ou um mapa temático que mostra o caráter geográfico da análise dos resultados.

Com o trabalho de elaboração e cruzamento de dados estruturados, é possível através, do formato de banco de dados *Access*, e *MySQL*, a estruturação, gerenciamento e manutenção dos dados obtidos, facilitando a consulta e acesso as informações e, possibilitando o monitoramento posterior, devido a facilidade de inserção de dados atualizados.

Este banco de dados é compatível a várias formas de acesso, tanto para dados estatísticos numéricos (tabelas/relatórios texto), bem como para dados espaciais em ambiente computacional de SIG, através da visualização e impressão de cartas temáticas.



## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1- Carta Imagem**

A carta imagem, representada pelo recorte da imagem de satélite LandSat 7, bandas espectrais 4/5/Pan, associada aos dados de coordenadas no sistema métrico UTM, pode ser um importante elemento de reconhecimento das informações terrestres. A interpretação e verificação a campo, de posse deste produto cartográfico facilitou a reambulação dos dados, bem como possibilitou a coleta de padrões espectrais em campo para a posterior classificação do uso da terra, elemento importante para as análises dos processos de matriz agrícola e florestal no município.

A visualização da imagem do município permite observar alguns dados, sem mensurá-los, mas passíveis de qualificação, e localização espacial.

Para a carta, em tons próximos a coloração natural, mas limitada a resolução espacial de 15 metros, foi anexado planos de informações importantes para a análise de localização e identificação dos fenômenos, como por exemplo, a rede viária, rede de drenagem, toponímias, sistema de coordenadas e outras informações que a cartografia exige para o produto receber a denominação de carta temática.

Como os planos de informação e a imagem de satélite com data de 15 de outubro de 2002, em mesmo sistema de coordenadas, e ambos em ambiente computacional e em formatos compatíveis aos aplicativos de Geoprocessamento Idrisi 32, e MapInfo, facilitou a elaboração da carta final expressando os temas abordados em legenda.

A imagem apresenta diversos tons de cor, em milhões de cores, pois foi trabalhado em sistema R/G/B, com 8 Bits cada canal.

As cores aproximadas ao lilás, escuro ou claro representam as áreas com exposição do solo, por motivos de plantio, onde as culturas estão em estágio inicial de desenvolvimento, ou solo preparado, onde irá receber o plantio de culturas temporárias, no caso do município, principalmente, soja, milho, feijão e, se a data da imagem fosse em meses de inverno, o trigo, aveia e azevém. Estes dois últimos, usados para pastagem ou cobertura verde. Como a data da imagem é outubro, evidencia-se o início do plantio da soja e feijão, dependendo da posição geográfica e da comunidade no município. As áreas mais planas como as comunidades de Novo Paraíso, Linha Base e na porção noroeste do município, por estarem situadas no

planalto dedicam-se a cultivos com maior grau tecnológico e em lavouras com maior extensão territorial, o que pode ser observado na imagem.

As colorações amareladas, com tonalidades esverdeadas, representam o domínio dos campos nativos e eventualmente as áreas dessecadas, ou seja, onde foi aplicado produto químico com ação secante, para plantio de culturas de verão. Os campos nativos predominam no norte e noroeste do município, mas sua extensão tem diminuído devido ao cultivo da soja, com incremento do plantio direto sobre estas áreas.

As áreas azuladas, claro ou escuro, representam o domínio das áreas úmidas, onde quanto maior o teor de umidade mais escuras se tornam, devido a resposta espectral e absorção na banda 4. Evidencia-se a presença de açudes, devido ao formato e extensão, e também dos rios Soturno e Jacuí, em coloração azul escuro. As áreas com coloração em azul claro, principalmente as margens do rio Soturno denotam a presença de cultivo de arroz irrigado, em que apresenta uma lâmina d'água em sua superfície e onde predominam os planossolos aproveitados para tal tipo de cultura agrícola.

A vegetação implantada, muito incipiente no município, apenas em pequenas porções e, em algumas propriedades, não ultrapassando 0,5 hectares contínuos, apresenta coloração verde escuro, e pode ser identificado pelo formato, na maioria dos casos, geométrico.

A agricultura implantada, visualizada em coloração verde claro/amarelado, representa as áreas com cultivo agrícola em estágio avançado de desenvolvimento, ou seja, com biomassa capaz de alterar a resposta espectral, diferenciando de solo exposto. Esta classe de uso apresenta-se normalmente associada a épocas como dezembro, janeiro para o município, não sendo muito evidente para esta data de imagem, por ser início de plantio.

As colorações esverdeadas, associadas as vertentes dos Arroios Portela, Caemborá, Saracura, Felisberto, Tigre, Lajeado Seco e outros de menor porte, com declividades acentuadas evidencia a presença de vegetação nativa, que se mantém preservada em certas porções de relevo devido a impossibilidade do uso de mecanização agrícola nestas áreas, sendo ainda utilizadas práticas agrícolas rudimentares em pequenas lavouras para o cultivo de feijão, fumo e milho. Dentre as porções pode-se evidenciar maior presença de vegetação nativa no município (figura 07), sendo isto associado a compartimentação geomorfológica do rebordo do planalto, que recorta o município no sentido Leste/Oeste. Já o sistema hidrológico do município, que tem suas áreas de nascente no planalto, percorre o sentido contrário da compartimentação geomorfológica, no sentido Norte/Sul e Noroeste/Sudeste.

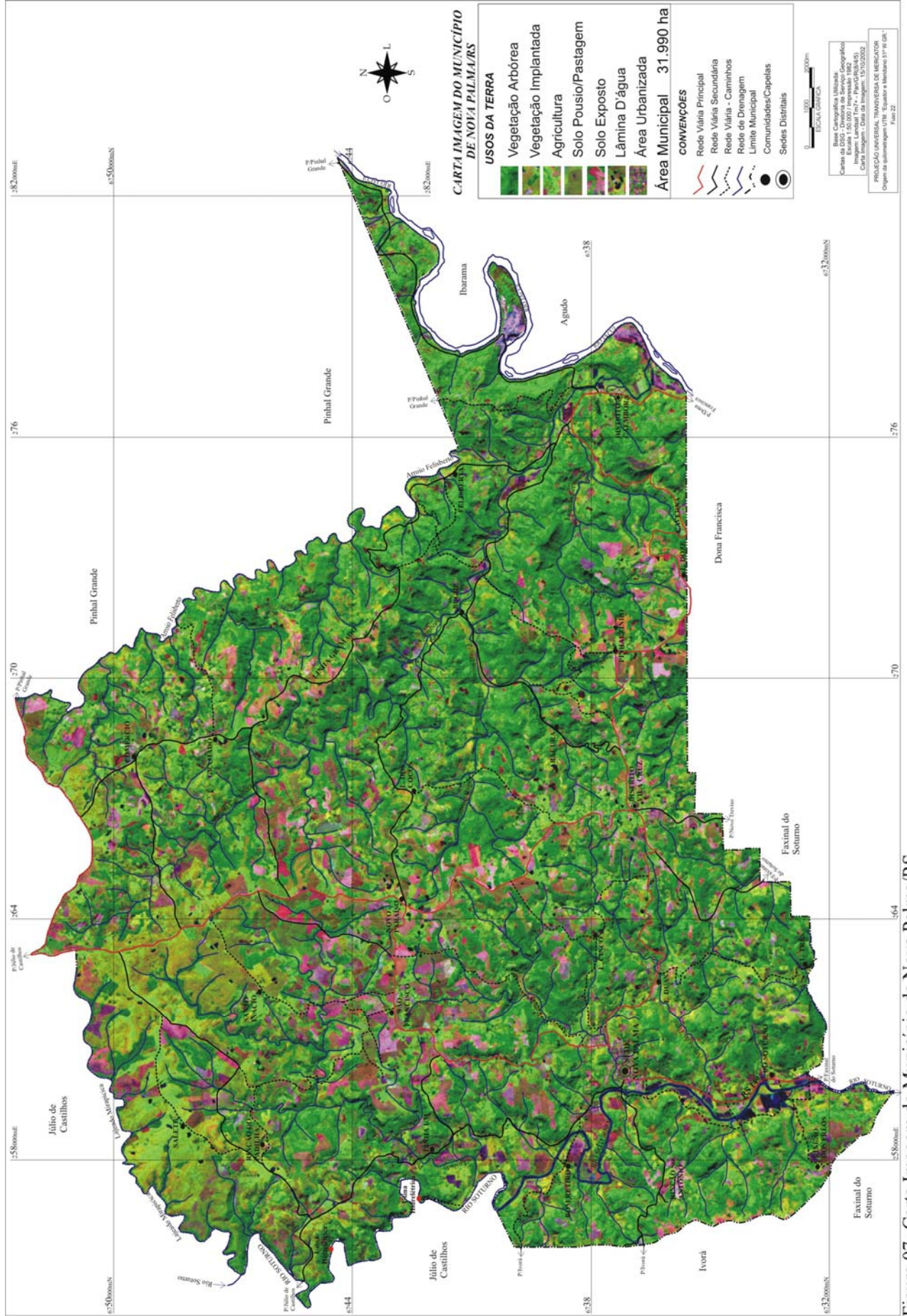


Figura 07- Carta Imagem do Município de Nova Palma/RS

## 5.2 Mapa Político-Administrativo

O mapa político-administrativo do município de Nova Palma, resultou nas informações referentes a rede viária, rede de drenagem, localidades, sedes distritais, total de área urbanizada e área rural municipal.

Este mapa serve para evidenciar a base cartográfica e dados relativos aos planos de informações mais importantes para o reconhecimento do espaço municipal, importante instrumento de planejamento que pode ser atualizado e monitorado, pois com estas informações em formato digital e com o uso de novas imagens e levantamentos de campo pode-se enriquecer de informações este produto cartográfico, criando novas temáticas, como por exemplo, trabalhos envolvendo o transporte escolar, cadastro dos produtores rurais e outros dados, desde que estes estejam em formato e em sistema de coordenadas compatíveis.

A rede viária foi classificada de acordo com o grau de importância para o município, não considerando as convenções comuns adotadas para cartas e mapas, onde consideram estradas de 1ª ordem as asfaltadas, por exemplo. Para o município as estradas de acesso a sede municipal e distritais, bem como a algumas localidades, foram consideradas de 1ª importância, sendo de cor vermelha na carta temática. As estradas consideradas de 2ª importância em cor preta e os caminhos de menor importância em preto tracejado. Todas as estradas têm apontado na carta suas distâncias, por grau de importância municipal, facilitando futuros projetos de recuperação e manutenção. As estradas consideradas principais são de maior fluxo, por onde acontece o escoamento produtivo municipal, são as usadas para o transporte escolar e de onde saem linhas e estradas secundárias, perfazendo uma distância de 68,25km, as secundárias são estradas de menor trânsito, ligando comunidades menores e linhas internas, com 106,15km e, os caminhos, que muitas vezes, ligam as estradas secundárias às propriedades rurais, são de difícil tráfego por veículos normais, sendo mais usados para trânsito a pé, cavalo, trator, com 88,68km da área municipal.

A rede de drenagem foi também representada em sua totalidade com 452,19km de extensão e, com sua espacialização no mapa é possível a identificação e delimitação de microbacias hidrográficas para futuros projetos de manejo e recuperação. A drenagem do município apresentou ravinas, canais e tributários de 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª ordem, sendo considerada uma drenagem completa. O quadro 05, demonstra o quanto de drenagem há em cada ordem.

<b>Ordem de Drenagem</b>	<b>Rede de Drenagem</b>	<b>Comprimento em Metros</b>
Drenagens de 1ª Ordem	239	278.347
Drenagens de 2ª Ordem	44	80.004
Drenagens de 3ª Ordem	12	36.776
Drenagens de 4ª Ordem	3	13.778
Drenagens de 5ª Ordem	2	40.152

Quadro 05 – Ordens de Drenagem do Município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

A densidade de drenagem é obtida a partir dos dados computados no mapa político-administrativo, como sendo a área total municipal (31.990 hectares), e o somatório do comprimento da rede de drenagem, que são as ravinas, canais, e tributários (452,19km).

Densidade de Drenagem:

$$D = \sum I (R,C,T) / A$$

Assim:

$$D = 452,19\text{km}/31.990\text{ha} \quad \mathbf{D = 14,13\text{m/ha}}$$

A densidade de drenagem expressa a quantidade de caminhos maiores que a água tem para escoar, ou seja, capacidade de escoamento superficial para o sistema de drenagem. Para o caso em estudo, de acordo com bibliografia especializada, nota-se que não ocorrem problemas de acúmulo de águas, nem deposição de sedimentos, demonstrando ser um sistema de drenagem eficiente e com grande capacidade de escoamento, pois se pode associar este fator as declividades da área, e as unidades geomorfológicas em que se localiza o município.

A representação e localização das comunidades e localidades, juntamente com as sedes distritais, estão espacializadas no mapa político-administrativo (figura 08), sendo possível a identificação de acessos, bem como a quantificação das mesmas, para conhecimento e aplicação de futuras melhorias para a população destes locais.

Outro parâmetro identificado neste tipo de mapa são as possibilidades de quantificação das áreas urbanizada e rural. Para o município de Nova Palma foram quantificados um total de 31.990ha de área municipal total, sendo deste 99,69ha de área urbanizada e 31.890,31ha de área considerada rural. Um município essencialmente rural, dependente da produção deste meio, que necessita de planejamentos no intuito de melhorar as condições gerais desta população.

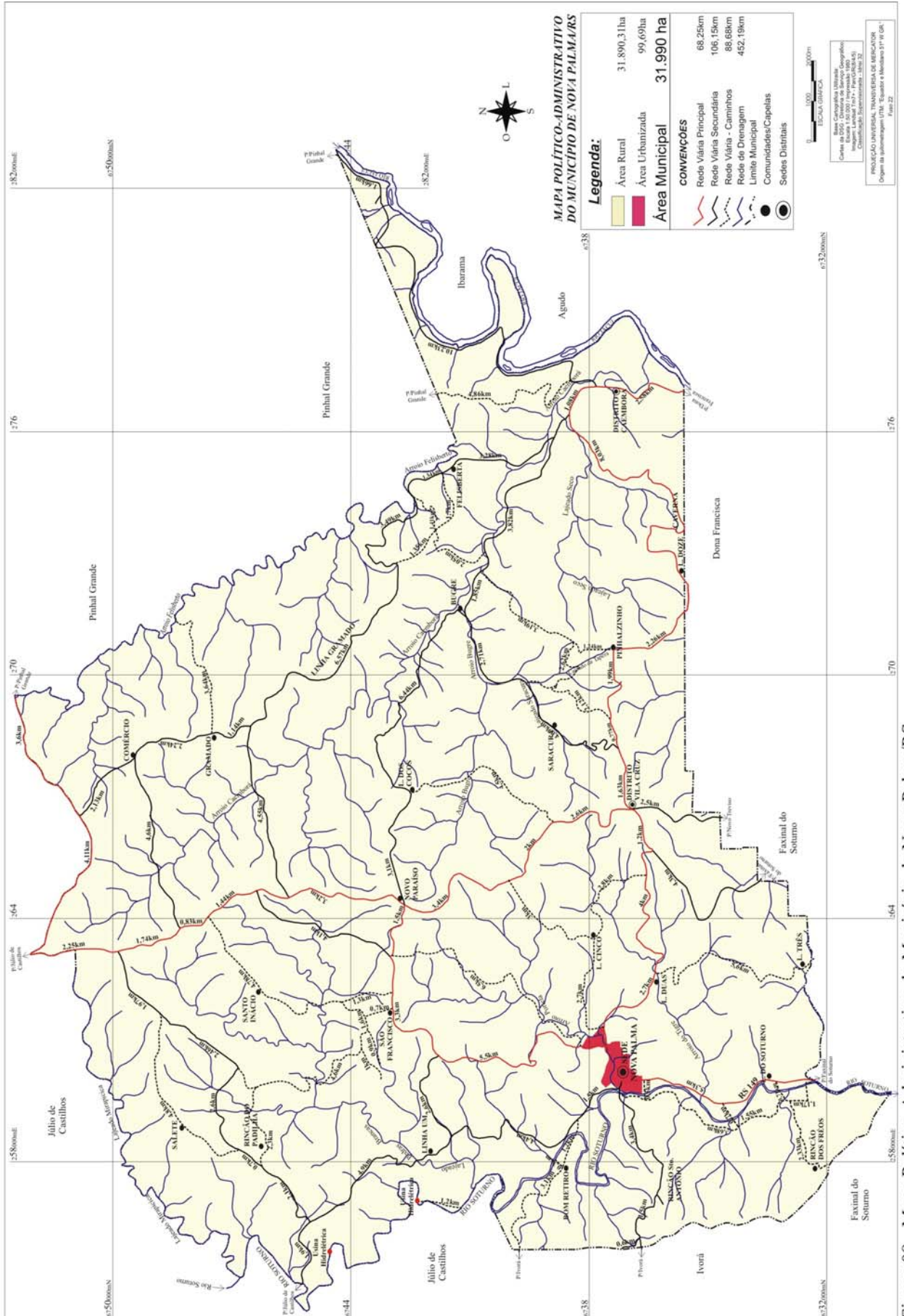


Figura 08 - Mapa Político-Administrativo do Município de Nova Palma/RS

### 5.3 Carta Hipsométrica

A palavra *Hipsometria* vem do grego *hypsos* = “altura”; *métron* = “medição”, e corresponde às medidas altimétricas. No caso do relevo, é a sua representação altimétrica através do uso de cores e curvas de nível.

A carta hipsométrica do município (figura 09), baseou-se nas unidades geomorfológicas para estipular as classes hipsométricas. Assim, foi determinado, pois a geomorfologia tem como objeto de estudo o relevo, sendo que este é o condicionante dos processos de produção e organização do espaço geográfico. Esta influência se estende a vários aspectos de ordem natural e humana, como o tipo de solo, a distribuição da vegetação, dos animais, da agricultura e da pecuária, influencia o traçado da rede viária, a localização urbana, a ocupação humana de vales e vertentes e, até mesmo as características climáticas locais e regionais.

Com isto, o município apresentou áreas em três unidades geomorfológicas, como demonstra o quadro 06.

<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>Área em ha</b>	<b>% da área Municipal</b>
Depressão Central (40 a 100m)	1.468,74	4,59
Rebordo do Planalto (101 a 400m)	18.966,30	59,29
Planalto (401 a 540m)	11.554,96	36,12
<b>Total</b>	<b>31.990</b>	<b>100</b>

Quadro 06 – Quantificação das Unidades Geomorfológicas  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

De acordo com as informações obtidas com a elaboração da carta hipsométrica, foi possível a quantificação de áreas em cada unidade geomorfológica, revelando que o município encontra-se situado, sua maior área, no Rebordo do Planalto, o que, por fatores físicos, limita o uso da terra a apenas algumas atividades e condiciona ao aparecimento de áreas de preservação ambiental, que por força da lei, não devem sofrer alterações antrópicas.

Por estar em área de Rebordo de Planalto, onde as condições físicas são inadequadas a várias atividades agropecuárias, observou-se, em trabalho de campo, que é onde as atividades de usos inadequados, ou conflitos de uso da terra são mais salientes, e onde há a maior possibilidade de escoamento superficial e problemas decorrentes de erosão superficial e laminar, carregando para o sistema hidrológico os agroquímicos e sedimentos, ocasionando problemas de ordem ambiental e econômica aos pequenos agricultores que ai residem e em muitos casos desconhecem práticas conservacionistas.





## 5.4 Carta Clinográfica

O fator declividade é de grande importância, pois é um dado físico revelador, no que diz respeito a restrições de uso e ocupação da terra, devido à legislação ambiental, que procura harmonizar os ambientes relacionando-os à qualidade de vida. A carta clinográfica representa as declividades encontradas no município, servindo de recurso indispensável aos planejamentos regionais e, também favorece muito um levantamento geo-ambiental da área.

O termo Clinografia serve para expressar as tangentes de relevo em relação ao plano horizontal, evidenciando assim possibilidades de uso e ocupação em função dos aclives e declives do terreno, que influenciam nos processos de intemperismo e erosão, devido à força possível de ser impressa sobre o relevo, principalmente pela água como modelador de superfície.

A carta clinográfica, obtida com a aplicação de interpoladores digitais, no caso a Krigagem por malha de triângulos irregulares, em % de 0 a 100, em que se estabeleceu classes, conforme a metodologia de DE BIASI (1988), em função da potencialidade das áreas pelo suporte físico representado pela declividade, tanto em processos de ocupação agropecuária como em área urbanizada, no sentido de otimizar o uso dos locais em função da sua potencialidade natural.

O quadro 07 abaixo representa as classes clinográficas e respectivas áreas e percentuais para o município de Nova Palma.

<b>Classes Clinográficas</b>	<b>Área em ha</b>	<b>% da Área Municipal</b>
Menor de 5%	7.687,70	24,03
De 5% a 12%	2.877,90	9,00
De 12% a 30%	10.520,00	32,89
De 30% a 47%	6.059,00	18,94
Maior de 47%	4.845,40	15,15
<b>Total</b>	<b>31.990</b>	<b>100</b>

Quadro 07- Quantificação das classes clinográficas para o município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

Pelo exposto no quadro acima, evidencia-se a predominância de áreas inseridas na classe de 12 a 30% de declividade, com 32,89% da área total municipal, ou seja, relevo ondulado, caracterizado no município pelas áreas em direção ao planalto, principalmente na porção central do município em localidades como Vila Cruz, Novo Paraíso, São Francisco,

Comunidade Salete e Noroeste do município, onde há o predomínio de cultivo agrícola para a soja e milho principalmente, com propriedades de maior porte.

A segunda classe com maior área corresponde foi a de 0 a 5%, com 24,03% do total da área municipal, e corresponde as áreas mais planas do município, localizando-se na unidade planície junto aos rios Soturno, Caemborá e Jacuí e, nas áreas a norte do município, já no planalto.

Para ambos os casos, têm-se usos da terra distintos. No primeiro caso, nas áreas consideradas como depressão central, predomina o cultivo de arroz irrigado, junto aos rios Soturno, Caemborá e Jacuí, para facilitar o acesso a água para a irrigação, que é proveniente destes sistemas de drenagem. Já as áreas elevadas, ou pertencentes ao planalto, destinam-se ao cultivo da soja e, em sua maioria estão ocupadas com campo nativo, principalmente a norte/noroeste do município.

A terceira classe em área, a classe correspondente de 30 a 47%, representa um total de 18,94% de área em relação ao total municipal. Compreende o relevo ondulado a fortemente ondulado, com problemas de conservação e utilização para práticas agrícolas, em função da declividade acentuada e possibilidade de ação dos agentes de intemperismo e erosão laminar ou superficial, causando problemas, principalmente, se mal manejadas e submetidas a regime intenso de uso para práticas agropecuárias. Corresponde ao rebordo do planalto, em suas reentrâncias escavadas pelos rios Soturno, Jacuí, Caémborá, Felisberto e afluentes. São as áreas que devem ser manejadas de acordo com a potencialidade em relação as pendentes de relevo e suscetibilidade aos processos erosivos causados pela ação antrópica. Estas áreas são ocupadas pela chamada agricultura familiar, com o plantio de fumo, feijão, milho e soja, em lavouras de menor tamanho espacial, ocorrendo uma fragmentação de paisagem, assemelhando-se a uma “colcha de retalhos”, intercalando áreas agrícolas e vegetação nativa.

A classe correspondente a declividades superiores a 47%, com um total de 15,15%, representa as áreas com impossibilidade de uso pelo Código Florestal Federal, ou seja, consideradas como áreas de preservação permanente. Em sua grande parte, estas áreas encontram-se no rebordo do planalto, associadas aos sistemas de drenagem, conservadas com vegetação nativa, devido à resistência física natural a ação antrópica.

A classe de menor área, de 5 a 12%, com 9% da área municipal acompanha o sopé dos morros, entre a depressão e o rebordo do planalto principalmente, ocupadas na maioria dos casos para atividades de poteiros e moradia, representa a área de transição para declividades maiores em função das características desta porção de relevo (Figura 10).

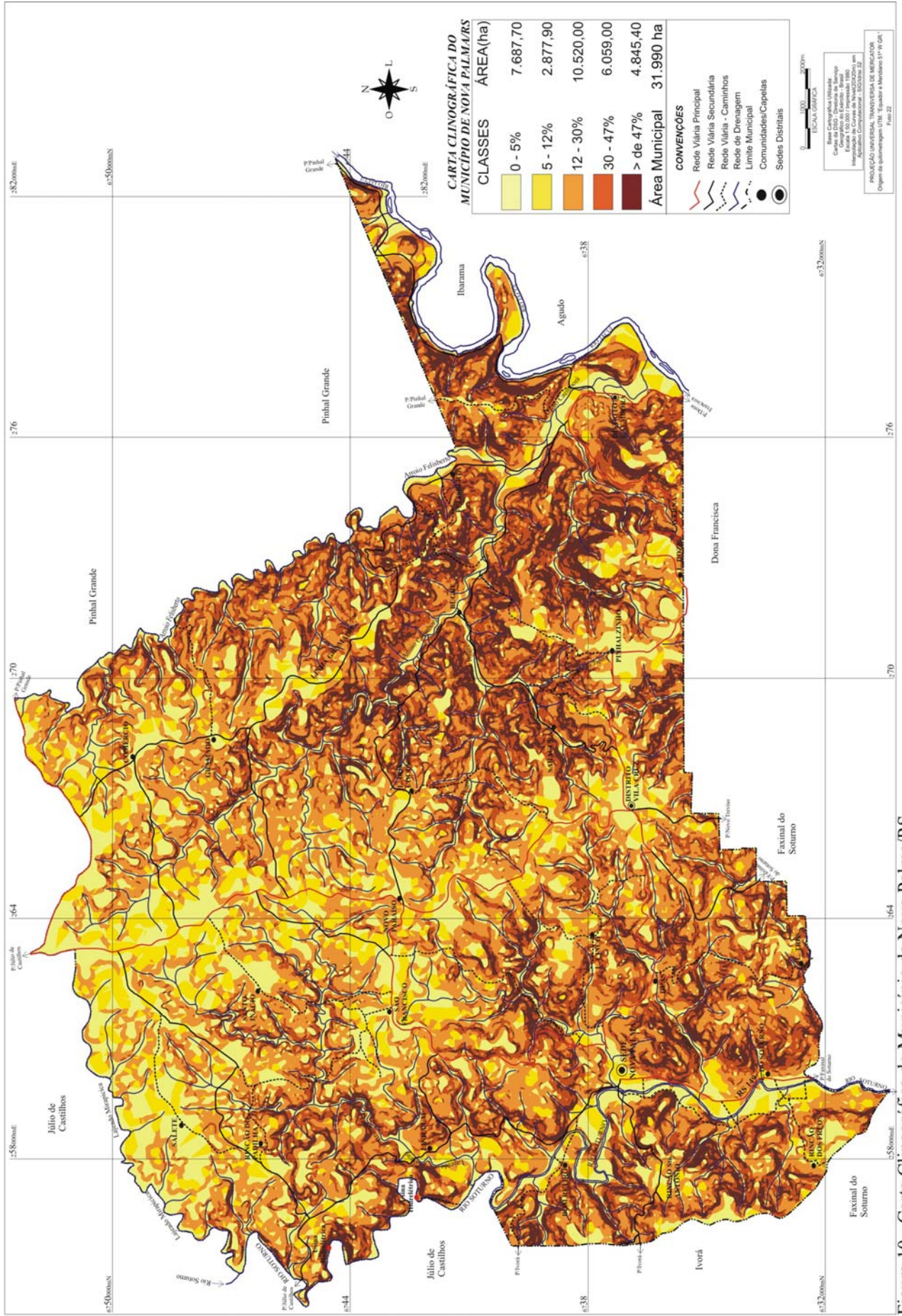


Figura 10 - Carta Clinográfica do Município de Nova Palma/RS

## 5.5 Carta de Uso da Terra

O uso da terra é um tema básico para planejamento ambiental municipal, porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. É de cunho essencial para a análise de conflitos de uso e, por isso, importante ligação entre as informações dos meios físico e sócio-econômico.

As formas de uso podem ser identificadas, espacializadas e quantificadas. No quadro 08, abaixo estão quantificados os tipos de uso da terra encontrados na área do município.

<b>Uso e Ocupação da Terra</b>	<b>Área em ha</b>	<b>% da Área Municipal</b>
Vegetação Nativa	13.820,11	43,20
Vegetação Implantada	27,30	0,08
Solo Exposto	7.197,00	22,50
Agricultura Implantada	3.802,17	11,88
Pastagem/Pousio	6.865,41	21,46
Lâmina D'Água	178,32	0,56
Área Urbanizada	99,69	0,32
<b>Total</b>	<b>31.990</b>	<b>100</b>

Quadro 08 – Quantificação dos Usos da Terra no Município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

A classe constituída pela vegetação nativa representa 43,20% da área total do município, demonstrando, um grande percentual do município ocupado por vegetação nativa. Este elemento não significa propriamente a manutenção da vegetação, mas a situação geomorfológica e topográfica da área, onde se observa o predomínio de vegetação nas encostas e vertentes íngremes dos rios Jacuí, Soturno, e arroios Caemborá, Bugre, Felisberto, Tigre e Portela, quando estes sistemas de drenagem decrescem em altitude e entram na compartimentação considerada como rebordo do Planalto, com suas reentrâncias escavadas pelo sistema de erosão fluvial. A concentração de cobertura vegetal representada pela vegetação nativa encontra-se a sudeste do município acompanhando o vale das drenagens do Arroio Caemborá, Arroio Bugre, Lajeado Seco e Saracura, cujas declividades são as mais acentuadas no município, como pode ser observado na foto 1.

A classe considerada como solo exposto corresponde a área de solo preparada para plantio, com agricultura em estágio inicial de desenvolvimento e áreas com solo revolvido por

aração. Esta classe representa um potencial de erosividade maior em função a exposição aos processos erosivos provocados pelas chuvas, erosão laminar, tendo em vista menor proteção por cobertura aos impactos provocados pelo intemperismo, e corresponde a 22,5% da área total do município. No município as áreas com maior concentração da classe solo exposto, estão nas áreas com menores declividades e principalmente nas comunidades de São Francisco, Novo Paraíso e porção Norte/Noroeste do município onde ocorre uma maior concentração de terras, e propriedades de maior porte voltadas para o plantio monocultor da soja e trigo. Nas comunidades de Vila Cruz e Pinhalzinho o solo exposto representa o preparo da terra para o cultivo de feijão e fumo, de grande expressividade para o município e para as pequenas propriedades, que se utilizam mão-de-obra familiar (foto 1).

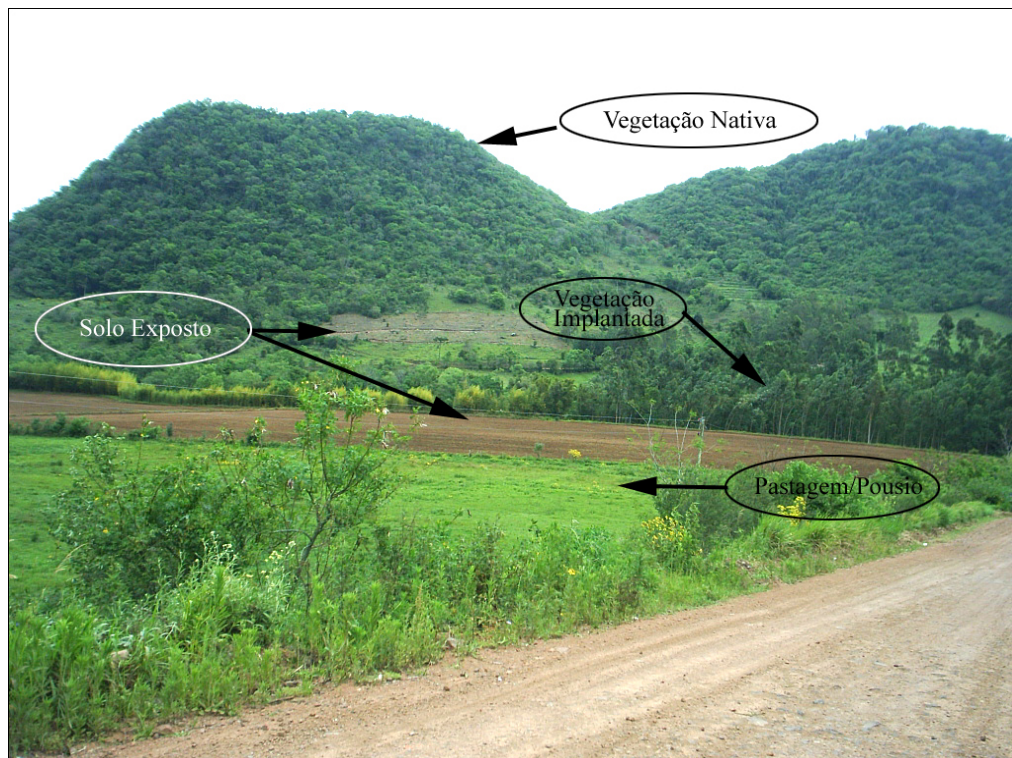


Foto 1 – Usos da Terra no Município  
Fonte: Trabalho de Campo

A terceira classe em área de uso da terra no município, com mais de 21% da área total, corresponde a pastagem/pousio, ou seja, as áreas que estão ocupadas com campo nativo, principalmente norte noroeste do município com criação de gado, ou cobertura morta por dessecação, onde posteriormente será ocupado com práticas agrícolas. Em outras porções do município estas áreas de pastagem possuem menor tamanho físico em função de se constituírem em pequenos poteiros, utilizados para a manutenção e criação de gado para subsistência (foto 1).

A vegetação implantada, que no município corresponde a apenas 0,08% da área total, nos indica que há uma pequena área plantada para tal finalidade aumentando o consumo de madeira proveniente de mata nativa, principalmente para a geração de energia nas residências.

Outra comprovação em relação às áreas de vegetação implantada é o porte extremamente pequeno dos bosques, o que, em muitos casos não foi quantificada como tal e que teve de ser revisada sob digitalização em tela com criteriosa análise visual sobre a imagem de satélite de 15 metros de resolução espacial (foto 1).

As áreas ocupadas com agricultura implantada representam 11,88%, e são consideradas como pertencente a esta classificação as áreas ocupadas com agricultura em estágio avançado de desenvolvimento com capacidade de modificar a relação do espectro eletromagnético em função da sua biomassa verde, e possível de se estratificar em uma classe de uso distinta, representa plantio de aveia, ou milho, que são os cultivos para a época (foto 2).



Foto 2- Uso da Terra Agricultura Implantada  
Fonte: Trabalho de Campo

A classe considerada como Lamina d'água corresponde a 0,56% da área total, e caracteriza-se pela construção de reservatórios em propriedades rurais e pela água dos rios de maior largura e capazes de serem detectados pelo sensor TM 7, conforme foto 3.



Foto 3 – Rio Soturno/Lâmina D'água  
Fonte: Trabalho de Campo

A classe considerada como área urbanizada, ou seja, aglomeração urbana representa uma área de 0,32% da área municipal e foi considerada apenas a sede municipal, ou seja, a cidade de Nova Palma, conforme foto 4 e figura 11.



Foto 4 – Área Urbanizada/Cidade de Nova Palma  
Fonte: Trabalho de Campo

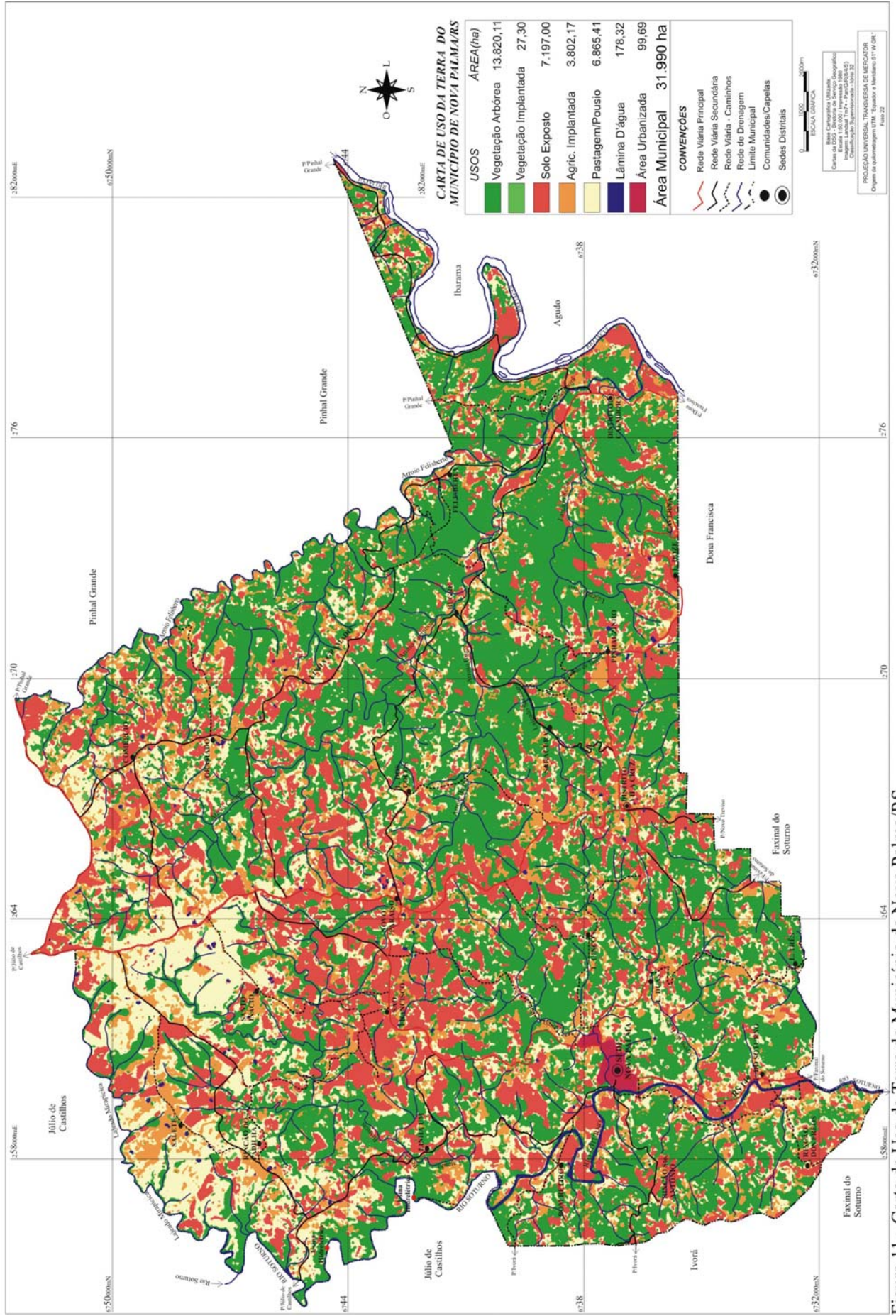


Figura 11 - Carta de Uso da Terra do Município de Nova Palma/RS



## 5.6 Carta de Legislação Ambiental

A Carta de Legislação Ambiental foi obtida a partir do aplicativo Idrisi 32, com o uso de Operadores de Contexto (“Buffer”) e de reclassificação digital de imagem. Para tanto se adotou a distância de 30 metros de largura para as margens da rede de drenagem com até 10 metros de largura (a grande maioria do sistema de drenagem), de 50 metros para o rio Soturno e Caemborá, e de 100 metros de faixa marginal para o Rio Jacuí.

As nascentes identificadas a partir da carta topográfica e imagem de satélite receberam um raio de entorno de 50 metros, valor considerado pelo Código Florestal como de manutenção da vegetação para a conservação e manutenção da qualidade destes sistemas hídricos.

Outro parâmetro analisado foi a classe de declividade acima de 25° ou acima de 47%, prevista pelo Código Florestal em seu Artigo 10, como sendo de Preservação Permanente e permitindo somente a extração de toros em regime sustentado.

Como a área apresenta grandes declividades, serras e morros erodidos, considerou-se os topos de morros com maiores problemas e, que devem apresentar cobertura vegetal, preferencialmente vegetação arbórea nativa, por serem estabilizadores de processos erosivos.

Todos estes parâmetros foram adotados a partir do Código Florestal em vigência, onde para a área estudada, os resultados obtidos, conforme quadro 09 abaixo, foram:

<b>Preservação Permanente</b>	<b>Área em ha</b>	<b>% da Área Municipal</b>
Margem de Rio	2.832,36	8,85
Nascentes/Raio de 50m	177,48	0,55
Topos de Morros	649,75	2,03
Declividade Superior a 25°	3.685,85	11,52
<b>Total de Área de Preservação Permanente</b>	<b>7.345,44</b>	<b>22,96</b>
<b>Total Municipal</b>	<b>31.990</b>	_____

Quadro 09 – Quantificação das Áreas de Preservação Permanente no Município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

Com as técnicas aplicadas foi possível espacializar e quantificar os dados referentes a legislação ambiental baseado no Código Florestal Federal, de 1965, atualização de 2002.

O quadro 09 representa a quantificação dos dados em relação aos parâmetros analisados e quanto representa em percentagem de preservação em relação a área municipal e

serve de parâmetro para a adoção de políticas públicas e projetos de planejamento quanto a melhoria da qualidade ambiental na área, tendo em vista que esta espacialização pode auxiliar na implantação de projetos de manutenção e recuperação ambiental.

Observou-se que as áreas de preservação representadas pelas declividades superiores a 25° ou superiores a 47% corresponderam a um percentual maior para a preservação ambiental, com um total de 3.685,85 hectares(11,52%), devido as declividades acentuadas a nível municipal, que pode ser observado na Carta Clinográfica, e por estar associado ao rebordo do planalto, unidade geomorfológica de grande desnível de relevo. As declividades devem ser mantidas com cobertura vegetal por serem extremamente problemáticas quanto a estabilização de material proveniente de erosão, ocasionando em muitos casos um fluxo de transporte não só de sedimentos mas dependendo da intensidade das chuvas e fluxo d'água, inclusive de partículas maiores.

A classe de Área de Preservação Permanente que correspondente as margens de rios, arroios, lajeados e córregos, mapeadas na escala 1:50.000, contribuíram com uma área de 2.832,36 hectares na carta de Legislação Ambiental, com um percentual de 8,85%. Por ser uma área em que o sistema hidrológico tem suas nascentes, na maioria dos casos, no planalto e deriva para o rebordo e, posteriormente para a depressão central, deve ser mantido, ao longo de suas margens, cobertura vegetal, servindo de barreira para o escoamento superficial, evitando assim, um fluxo maior de material para o canal do sistema de drenagem, e estabilizando os sedimentos e outros materiais ao longo desta faixa marginal

Os topos de morros servem de estabilizadores em processos erosivos iniciais, pois representam a manutenção dos picos mais elevados evitando o processo inicial de erosão e posterior transporte. Para o município de Nova Palma a Área de Preservação por este fator representa 2,03% da área total, ou seja, 649,75 hectares.

A ultima classe de preservação permanente, correspondente as nascentes, cujo raio de proteção mínimo é de 50 metros, representa apenas 0,55% da área de preservação, mas é um importante parâmetro a ser levado em consideração para a manutenção da qualidade do sistema hídrico, pois é onde aflora a drenagem e se inicia o seu delineamento (Figura 12).

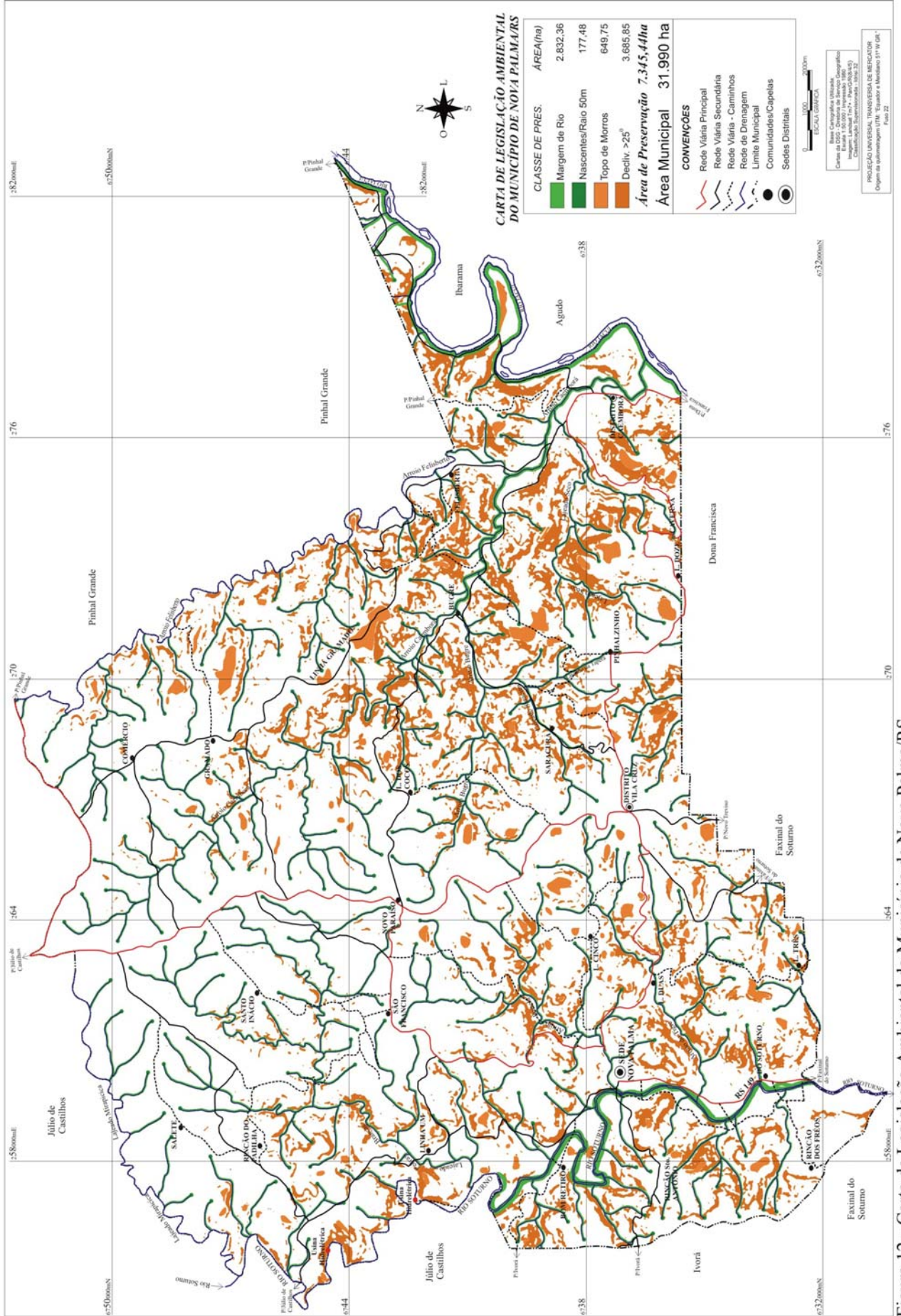


Figura 12 - Carta de Legislação Ambiental do Município de Nova Palma/RS

## 5.7 Carta de Conflitos Ambientais

Devido à ocupação humana, em muitos casos, ocorrer de forma pouco planejada, no intuito de minimizar os custos e maximizar os benefícios, a exploração se dá de forma pouco racional, que pode, muitas vezes, ser comprovada na prática da agricultura. Na atual estrutura agrária, tradicionalmente monocultora, o proprietário, pequeno produtor, dispondo de pouca terra, procura aproveitá-la ao máximo, sem levar em conta a preservação e a recuperação ambiental, se vendo obrigado pelas condições de sobrevivência, a utilizar os recursos naturais sem nenhum controle, contribuindo com isto para a deterioração ambiental, causada pelos conflitos de uso da terra. Os conflitos de uso da terra são provenientes do uso em desacordo com a capacidade da área, ou por imposição de legislação pertinente ao assunto.

No quadro 10, estão quantificados esses conflitos, ou seja, tipos de uso da terra inadequados, em relação às áreas de preservação permanente e, que deveriam ser readequados para o uso representado pelo grau de impacto que é a vegetação nativa.

<b>Conflitos Ambientais</b>	<b>Área em ha</b>	<b>% da Área</b>
Solo Exposto/Margem de Rio	390,09	1,22
Solo Exposto/Nascente Raio 50m	22,47	0,07
Solo Exposto/Topo de Morro	226,80	0,71
Solo Exposto/Declividade >25°	207,41	0,65
Agricultura/Margem de Rio	253,29	0,79
Agricultura/Nascente Raio 50m	23,64	0,07
Agricultura/Topo de Morro	66,66	0,20
Agricultura/Declividade >25°	254,43	0,79
Pastagem/Margem de Rio	452,87	1,42
Pastagem/Nascente Raio 50m	43,38	0,13
Pastagem/Topo de Morro	130,53	0,40
Pastagem/Declividade >25°	404,80	1,26
Área Urbanizada/Margem de Rio	24,69	0,07
Área Urbanizada/Declividade >25°	0,30	0,001
<b>Total de Conflitos Ambientais</b>	<b>2.491,36</b>	<b>7,79</b>
<b>Total Municipal</b>	<b>31.990</b>	_____

Quadro 10 – Quantificação dos Conflitos Ambientais Existentes no município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

Estas formas de uso incorreto são representadas pelo uso campo em declividades impróprias, agricultura em margens de rios e nascentes, declividades acentuadas ou em topos

de morros, conforme os dados utilizados na elaboração de carta de legislação ambiental. Assim, os usos como agricultura, campo/pousio e pastagens dentro das classes de preservação permanente são considerados conflitos ambientais, e representam 7,79% da área total municipal. Segundo ROCHA (1997), este percentual de conflitos ambientais encontrados no município de Nova Palma, ainda é passível de regeneração natural, pois está abaixo dos 10% de deterioração, mas desde que cessem imediatamente as práticas conflitantes.

Deve-se levar em consideração a necessidade de manutenção de vegetação nativa nas condições acima descritas, tendo em vista a necessidade, por serem áreas de preservação permanente, que servem de estabilização a processos de intemperismo e erosão, assim diminuindo a possibilidade de problemas ambientais por uso incorreto das vertentes dos vales, margens de rios, declividades, nascentes, e topo de morros.

Em trabalho de campo, muito foi observado em relação à ocorrência de conflitos ambientais. Usos em desacordo com a aptidão da área, como pode ser visualizado na foto 5.



Foto 5 – Agricultura em Topo de Morro e Declividades  
Fonte: Trabalho de Campo

O problema de implantação de áreas agricultáveis, no município, não se resume às grandes declividades. Os topos de Morros, outra área que deveria ser preservada, como consta no Código Florestal vigente, encontra-se em deterioração ambiental, pois a prática da agricultura, no município, talvez, devido às propriedades rurais serem formadas, na sua grande maioria, por pequena porção de terra, não respeita as leis ambientais.

A retirada da vegetação das margens dos rios também é preocupante. Na foto 6, vê-se esta prática ocorrendo no município, principalmente onde há a possibilidade de irrigação dos planossolos para atividade de plantio de arroz.



Foto 6 – Desmatamento em Margem de Rio  
Fonte: Trabalho de Campo

Outras formas de uso em desacordo podem ser observadas na foto 07. Diz respeito a pastagens, principalmente poteiros em patamares de declividades acompanhando a vertente de declividade dos morros, bem como agricultura e pastagem em topo de morro, situações comuns, observadas no decorrer do trabalho de campo (figura 13).



Foto 7 – Conflitos de uso em declividades e topos de morros  
Fonte: Trabalho de campo



## 5.8 Carta de Suscetibilidade à Erosão

Os problemas ambientais, provenientes da erosão, dizem respeito a muitos fatores. Onde os solos são erodidos, ocorrem problemas, tanto nas áreas urbanas quanto rurais devido ao desmatamento e ao mal uso da terra, sem levar em conta os riscos e limitações que os ambientes impõem.

Os solos deveriam ser mais bem utilizados, porque, além de proporcionar a produção agrícola e animal, são um importante componente da biosfera, sendo que grande parte da vida vegetal e animal da superfície terrestre depende e se desenvolve nos solos. Os problemas ambientais decorrentes da sua deterioração têm repercussões, muitas vezes, irreversíveis.

O quadro 11 mostra as classes e a quantificação das áreas suscetíveis a erosão no município.

<b>Suscetibilidade à Erosão</b>	<b>Área em Ha</b>	<b>% da Área Municipal</b>
Baixa	150,20	0,47
Baixa a Média	1.968,21	6,15
Média	15.330,30	47,92
Média a Alta	12.928,10	40,41
Alta	1.613,19	5,05
<b>Total Municipal</b>	<b>31.990</b>	<b>100</b>

Quadro 11 – Quantificação das Áreas Suscetíveis a Erosão no Município  
Elaboração: DECIAN, I (2005)

Esses problemas ambientais, causados pelo uso irracional dos solos acontecem porque as queimadas são freqüentes e boa parte da população local usa lenha como fonte de energia, contribuindo, assim, para o aumento das áreas desmatadas, e onde a agricultura nem sempre leva em conta os riscos de erosão, não adotando medidas de conservação dos solos, sendo responsável, ao mesmo tempo, por processos de erosão acelerada e, também pelo uso, cada vez maior, de fertilizantes para compensar as perdas de nutrientes provocadas pela erosão. O uso excessivo de defensivos agrícolas também tem provocado problemas ambientais. Tem causado a poluição dos solos, dos rios, principalmente nesta área onde a declividade é um agente importante no processo de erosão e proporciona o carreamento desses agroquímicos de forma bastante rápida para os cursos d'água.

A figura 14, Carta de Suscetibilidade à Erosão, espacializa essas áreas propensas à ocorrência de erosão, no município.



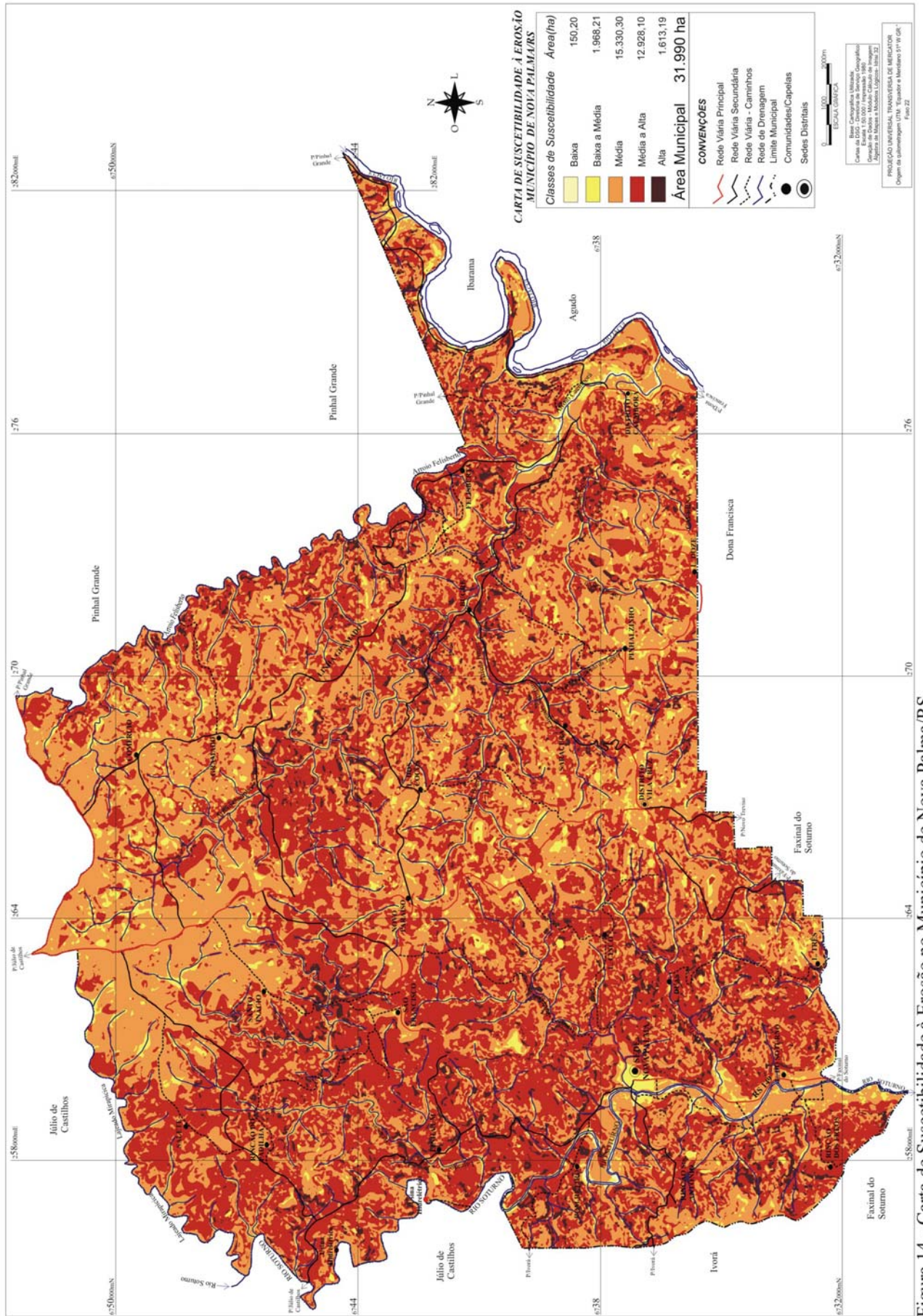


Figura 14 - Carta de Suscetibilidade à Erosão no Município de Nova Palma/RS

## 5.9 Banco de Dados Geográfico

Neste banco de dados estão contidas todas as informações físicas referentes ao município de Nova Palma, como estradas, rede de drenagem, áreas de preservação permanentes, áreas com conflitos de uso da terra, entre outras informações.

Todas as informações foram armazenadas em banco de dados SIG Idrisi 32, manipuladas e estruturadas em Banco de dados *Access*, para consultas, manutenção e estruturação, possibilitando informações em rápido intervalo de tempo. Para cada plano de informação existe uma estrutura no banco de dados específica para consulta, com dados e informações referentes às características de cada plano, seja ele em formato raster ou vetorial.

O polígono municipal (limite), apresenta informações como: Nome do Município, Extensão Territorial, Perímetro, Vértices de Coordenadas Geográficas ou UTM.

O plano de informação referente a rede de drenagem apresenta informações de extensão de cada segmento, nomenclatura dos rios e arroios, coordenadas, hierarquia fluvial e identificador numérico seqüencial em estrutura de tabela.

A rede viária, da mesma forma, apresenta informações de hierarquia por prioridade de uso, extensão por segmento de estradas, nomenclatura, informações de coordenadas e posição geográfica no espaço municipal. Da mesma forma o arquivo inerente as Planialtimetria apresenta estrutura de banco de dados, com informação de cota altimétrica, coordenadas geográficas e identificadores.

As informações vetoriais, os planos de informação em formato raster, permitem consulta quanto ao: cálculos de áreas, distâncias, consulta por identificador lógico e leitura de coordenadas.

Todos os planos de informação, estão armazenados em ambiente computacional, em formato digital, banco de dados SIG, que permite interface com outros aplicativos, possibilitando a exportação, análise estatística e outros procedimentos mesmo em planilhas de cálculo, ou mesmo análises espaciais no próprio aplicativo gerado, possibilitando novas informações e produtos cartográficos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se o planejamento como um conjunto de ações de análise e de construção de propostas. Diante disto, o trabalho visou facilitar a implantação de projetos físico-ambientais no município de Nova Palma, com a aplicação dos recursos das geotecnologias. A tecnologia da informação, o sensoriamento remoto e a imagem de satélite permitiram a visualização e identificação dos dados referentes ao município.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG), na forma do aplicativo computacional Idrisi 32, permitiu o armazenamento e a análise dos dados georreferenciados, acrescentando funções importantes à pesquisa ambiental, como a aquisição de dados, armazenamento, tratamento e apresentação das informações, formulações de previsões e identificação de problemas ambientais. A característica dos SIGs, em possibilitar a otimização da atualização dos dados sempre que necessário, é o que o torna tão eficaz no auxílio aos planejamentos municipais, destinando-se a tratar os problemas ambientais, levando em consideração a sua localização, extensão e as suas relações espaciais, visando contribuir para a explicação da causa do problema, bem como para o acompanhamento da sua evolução, uma vez que a realidade está sujeita a contínuas mudanças que alteram rapidamente, o território, no que diz respeito aos fenômenos físicos, econômicos e sociais.

Com a Cartografia Digital, associada ao SIG, é possível a captação, organização de dados georreferenciados e elaboração de cartas temáticas, que é a parte da cartografia que diz respeito ao planejamento, execução e impressão de mapas sobre um fundo básico, ao qual serão anexadas informações através de simbologia adequada. Sendo estes mapas digitais de grande importância, pois tornam possível a constatação mais analítica e objetiva da organização da área em estudo, facilitando a visualização e identificação das informações de maneira mais substancial diante do administrador municipal. Este diagnóstico ambiental identifica as potencialidades, fragilidades, acertos e conflitos. Essas observações permitem desenvolver, para o município, um conjunto de alternativas, via projetos específicos, que tratam da solução dos impactos, das fragilidades da ambiência, do desenvolvimento das potencialidades municipais e, conseqüentemente, o atendimento aos anseios sociais e a sustentação dos aspectos favoráveis.

As geotecnologias analisam os dados espaciais, o que resulta num ganho de conhecimento a respeito da realidade enfocada, permitindo a aplicação de modelos matemáticos e geoestatísticos de interação, ganhando a otimização da espacialização dos

fenômenos, gerando informações que podem ser correlacionadas a outras. Foi o que ocorreu na metodologia utilizada para a elaboração da Carta de Suscetibilidade a Erosão, que definiu as zonas ou áreas com fragilidades ou suscetibilidade aos processos erosivos em Nova Palma, onde o qualitativo e o quantitativo sofreram uma integração de temas e aplicação de critérios resultando num conjunto de informações de atributos ambientais apresentado em forma de carta temática. O zoneamento define espaços segundo critérios de agrupamentos pré-estabelecidos, enquanto o planejamento estabelece diretrizes e metas para estes espaços mapeados. Este zoneamento passará a ser um excelente instrumento de gestão municipal, e as zonas serão entendidas como espaços para administração, manejo e proteção dos valores naturais e sociais.

O planejamento ambiental municipal, utilizando as geotecnologias, prevê a preservação, reabilitação e recuperação da qualidade da ambiência no município. Visando, essencialmente, retratar os indicadores ambientais que destacam as potencialidades e fragilidades do meio natural, pois a distribuição dos dados geográficos não é homogênea, mas condicionada por interferências sociais e territoriais de determinado espaço. O sentido dos estudos geográficos está em caracterizar uma realidade espacial de modo a gerar subsídios para estudos, que devidamente orientados, representam a realidade, auxiliando nos planejamentos e ações concretas que venham a melhorar a ambiência do espaço em estudo.

Portanto, a aplicação das geotecnologias, para o conhecimento municipal, mostraram-se muito eficazes. Com respostas rápidas, precisas, que podem agilizar os processos de planejamento e implantação de projetos decisivos em nível de município.

## 7 BIBLIOGRAFIAS

ALMEIDA, J.R.; MARQUES, T.; MORAES, F.E.R.; BERNARDO, J. **Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio.** 2ª ed. Rio de Janeiro. Thex Ed. Biblioteca Estácio de Sá. 1999. 180 p.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** Brasília, DF, 1998. 434p.

BIGARELLA, J. J et al. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais.** – Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. v.3.

BARATTO, J. & SARTORI, M. da G. B. **Organização do Espaço Geográfico dos municípios de Faxinal do Soturno e São João do Polêsine.** Revista Ensino & Pesquisa – Geografia. Santa Maria, Nº 6-7. 1994.

BIVAND, R.; LUCAS, A. Integrating Models and Geographical Information Systems. In: Openshaw, S.; Abraham, R. J. ed. **Geocomputation.** London: Taylor & Francis, 2000.

BONHEM- CARTER, G. F. **Geographic Information Systems for Geocientists: Modelling With GIS.** Ontario: Pergamon, 1994.

BOTELHO, R. G. M et al. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL. **Lei nº 4.771 de 15 de Setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal.** IBAMA. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/atuação/flores/deref/manflor/leis/lei01>> Acesso em: 10 de abril de 2004.

BUZAI, G. D. **Geografia global: el paradigma geotecnologico y e espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI.** Buenos Aires: Lugar Editorial, 1999. 216p.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V.; MEDEIROS, J. S. **Representações Computacionais do Espaço: Um diálogo entre a Geografia e a Ciência da Geoinformação.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/epistemologia.pdf>> Acesso em: 09 de agosto de 2004.

CARVALHO, M. S. (Org.). **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde.** Brasília: Organização Panamericana da Saúde/ Ministério da Saúde, 2000.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** Editora: Edgard Blücher Ltda. São Paulo – SP. 1999. 236p.

DAVIS Jr., C. A. & FONSECA, F. T. Curso de GIS Fundamentos. **GIS Brasil 97.** Curitiba, PR, 1997.

DE BIASI, M. **Carta Clinográfica: Os Métodos de Representação e sua Confecção.** São Paulo, 1988.

DECIAN, V. S. **Análise Ambiental da Microbacia do Arroio Portela em Nova Palma/RS.** Relatório de Pesquisa/CNPQ. UFSM, Santa Maria, 1998.

DECIAN, V. S., NUNES, G. M. **IDRISI for Windows 32 – Curso Básico/Módulo I.** Santa Maria-RS. FATEC, UFSM. 2003.

\_\_\_\_\_ **IDRISI for Windows 32 – Curso Básico/Módulo II.** Santa Maria-RS. FATEC, UFSM. 2003.

EASTMAN, J. R., **IDRISI: Exercícios Tutoriais.** J. Ronald Eastman. Editor da versão em português, Heinrich Hasenack. Porto Alegre, UFRGS – Centro de Ecologia, 1994. 109p.

ESTADO dos Solos. **GEO BRASIL.** São Paulo. 2002. Revista. p.61 e 62.

EMBRAPA. **Impacto agroambiental: Perspectivas, problemas e potencialidades.** QUIRINO, T.R.; IRIAS, L.J.M.; WRIGHT. J.T.C. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo. EMBRAPA Environment. 1999. 184p.

**Ficha Técnica Resumida – IKONOS II.** Disponível em: <http://www.gpstm.com.port/apstila.port.htm>

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélites para Estudos Ambientais.** Inpe, São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GÓMEZ-OREA, D. **Ordenacion del Territorio: Una aproximación desde el Medio Físico.** Madrid, Editorial Agrícola Española, S.A, Instituto Tecnológico GeoMinero de España, 1991. (Serie: Ingeniería Geoambiental).

GRINOVER, L. O planejamento Físico-Territorial e a Dimensão Ambiental. **CADERNOS FUNDAP.** São Paulo. Ano 9 – nº 16. pág. 25-32. Junho/1989.

GUERRA, A.T. et al. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidades@> Acesso em: 10 de Julho de 2005.

LIMA, A da S. **Aplicações em Visual Basic 6: Banco de Dados.** São Paulo: Ética, 1999.

MARIN, M. Z. **As Transformações no Espaço Agrário e seus Reflexos na Agricultura Familiar e na Sustentabilidade Ambiental em Nova Palma, RS.** Dissertação de Mestrado. UFSM: Santa Maria, 2000.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. Banco de Dados e Sistemas de Informações Geográficas. In **Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** Brasília, DF: EMBRAPA – SPI / EMBRAPA – CPAC, 1998.

MISSIO, E. **Proposta conceitual de Zoneamento Ecológico-Econômico para o Município de Frederico Westphalen-RS**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP. Ed. UFSCar, 2003. 181p.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ, IGEO, Dep. Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro, 1999.

PINA, M.F. **Modelagem e Estruturação de Dados Não-Gráficos em Ambiente de Sistemas de Informação Geográfica: Estudo de Caso na Área da Saúde Pública**, Dissertação de Mestrado, IME. Rio de Janeiro, 1994.

PIRES, J.S.R. et.al. Abordagem metodológica para identificação e manejo de fragmentos de áreas naturais. In: VIII SEMINÁRIO DE REGIONAL DE ECOLOGIA.1998, São Carlos/SP, **Anais**. São Carlos, Ed UFSCar. 1998. p. 571-584.

RADAM BRASIL. **Levantamento dos Recursos Naturais/ Brasil**. Dept. Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro. Vol. 33, 1986.

ROCHA, C. H. B. **GEOPROCESSAMENTO: Tecnologia Transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. Do Autor, 2000. 220p.

ROCHA, J. S. M da. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997. 423p.

\_\_\_\_\_ et al. **Manual de Avaliações de Impactos Ambientais**. 2ª ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2003.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SEMA. **Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Áreas Naturais Protegidas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SEMA/DEFAP, 2002. (folheto)**.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas**. Conceitos e Fundamentos. Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 1999.

SILVA, I. da.; SEGANTINE, P. C. L.; ERWES, H. **Introdução à GEOMÁTICA**. São Carlos-SP: Ed. da USP, 2002.

SCHOLTEN, H.J. The Benefits of the Application of Geographical Information Systems in Public and Environmental Health. **World Health Statistical Quarterly Report**, 44: 160-170, 1991.

SPONCHIADO, B. A. **Imigração & 4ª Colônia. Nova Palma & Pe. Luizinho.** Ed. Pallotti. Santa Maria, 1996.

XIUWAN, C. Using remote sensing and GIS to analyse land cover and its impacts on regional sustainable development. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, N°1, p. 107-124, 2002.

XUE, Y; CRACKNELL, A. P.; GUO, H. D. Telegeoprocessing: the integration of remote sensing, Geographic Information System (GIS), Global Positioning System (GPS) and telecommunication. **International Journal of Remote Sensing**, v.23, N°9, p. 1851-1893, 2002.

ZANON, P.C. **Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento e Análise do Uso da Terra no Município de Ivorá – RS.** Dissertação de Mestrado UFSM. Santa Maria, 2001.