

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA/RJ A PARTIR DO
MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E DO USO DE TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO**

OSCAR OSÉIAS DE OLIVEIRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO - UENF

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2006**

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA/RJ A PARTIR DO
MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E DO USO DE TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO

OSCAR OSÉIAS DE OLIVEIRA

“Dissertação apresentada ao Centro de
Ciência e Tecnologia da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre
Engenharia Civil”.

Orientador: Prof^a. Maria da Glória Alves
Co-Orientador: Prof. Fernando Saboya de A. Junior

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCT / UENF

13/2006

Oliveira, Oscar Oséias de

Diagnóstico ambiental do Município Itaperuna a partir do Mapeamento Geológico-Geotécnico e do uso de técnicas de Geoprocessamento / Oscar Oséias de Oliveira. – Campos dos Goytacazes, 2006.

x, 116f. : il.

Orientadora: Maria da Glória Alves.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia Civil. Campos dos Goytacazes, 2006.

Área de concentração: Geotecnia

Bibliografia: f. 99-104

1. Diagnóstico ambiental 2. Geoprocessamento 3. Mapeamento Geológico-Geotécnico 4. Potencial de uso e ocupação do solo I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia Civil II. Título

CDD 363.7098153

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA/RJ A PARTIR DO
MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E DO USO DE TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO

OSCAR OSÉIAS DE OLIVEIRA

“Dissertação apresentada ao Centro de
Ciência e Tecnologia da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre
Engenharia Civil”

Aprovada em 17 de março de 2006

Comissão Examinadora:

Prof^a. Renata da Silva Schmitt (D. Sc., Ciências da Geologia) – UERJ

Prof. Vicente de Paulo Santos de Oliveira (D.Sc.; Engenharia Agrícola) - CEFET

Prof. Fernando Saboya Albuquerque Junior (D.Sc.– Engenharia Civil) - UENF
Co-Orientador

Prof^a. Maria da Glória Alves (D. Sc., Ciências da Geologia) – UENF
Orientadora

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT.....	X
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2.3 JUSTIFICATIVAS.....	13
3 REVISÃO TEMÁTICA	15
3.1 PROCESSOS DO MEIO FÍSICO	15
3.1.1 <i>Susceptibilidade à Erosão</i>	16
3.1.2 <i>Assoreamento e Inundações</i>	17
3.1.3 <i>Movimentos de Massa: Escorregamento</i>	17
3.2 MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	20
3.3 METODOLOGIAS DE ANÁLISE DO MEIO FÍSICO	21
3.4 PRINCIPAIS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO.....	25
3.4.1 <i>Solo</i>	25
3.4.2 <i>Declividade</i>	28
3.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	28
3.5.1 <i>APPs (Áreas de Preservação Permanente)</i>	29
3.5.2 <i>Lei de Parcelamento do Solo Urbano</i>	30
3.5.3 <i>Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC</i>	31
3.7 GEOPROCESSAMENTO	31
3.7.1 <i>Sistema de Informações Geográficas (SIG)</i>	32
3.7.2 <i>Sensoriamento Remoto</i>	33
3.7.3 <i>Modelo Digital do Terreno (MDT)</i>	34
3.7.4 <i>Global Position System (GPS)</i>	34
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	36
4.1 LOCALIZAÇÃO.....	36
4.2 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO	38
4.3 ATRAÇÕES NATURAIS DE ITAPERUNA.....	40
4.4 CLIMA	43
4.5 HIDROGRAFIA.....	45

4.6 GEOLOGIA	46
4.7 GEOMORFOLOGIA	49
4.8 PEDOLOGIA	55
4.9 ASPECTOS AMBIENTAIS E DE INFRA-ESTRUTURA.....	61
5 METODOLOGIA.....	64
5.1 CRIAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS.....	64
5.1.1 <i>Obtenção do Banco de Dados</i>	64
5.1.2 <i>Tratamento dos Dados</i>	66
5.2 TRABALHO DE CAMPO	66
5.3 MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS	67
5.4 MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT)	67
5.5 MAPA DE POTENCIAL DE USO DO SOLO	68
5.6 MAPA DE SUSCETIBILIDADE DOS SOLOS À EROSÃO LAMINAR.....	68
5.6.1 <i>Mapa de Erodibilidade</i>	69
5.6.2 <i>Mapa de Declividades</i>	69
5.7 SUSCETIBILIDADE DOS SOLOS A ESCORREGAMENTO	70
5.8 PROBLEMAS AMBIENTAIS	71
6 RESULTADOS	72
6.1 MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICAS.....	72
6.1.1 <i>Unidades de Baixadas</i>	74
6.1.2 <i>Unidades Elevadas</i>	74
6.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT) E MAPA DE DECLIVIDADES.....	80
6.3 MAPA DE POTENCIAL E USO DO SOLO	85
6.4 MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO LAMINAR.....	87
6.5 MAPA DE SUSCETIBILIDADE À ESCORREGAMENTO	90
6.6 PROBLEMAS OBSERVADOS NA ÁREA DE ESTUDO.....	93
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	97
8 REFERÊNCIAS.....	99
9 ANEXOS.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perfil de um solo residual jovem através de furo a trado no Bairro Vinhosa.....	27
Figura 2: Perfil de um solo residual através de furo a trado no Bairro Cehab	27
Figura 3: Localização do Município	37
Figura 4: Recorte da imagem de satélite landsat 7 mostrando o centro urbano de Itaperuna e arredores.....	38
Figura 5: Foto da ocupação ao lado do Rio Muriaé	40
Figura 6: Foto da estátua do “Cristo”	42
Figura 7: Vista da área urbana e do Rio Muriaé observada junto a estátua do “Cristo”	42
Figura 8: Gráfico de precipitação anual (série de 30 anos) e Gráfico mensal da precipitação no Município de Itaperuna – RJ - 2004.	44
Figura 9: Gráfico comparativo da precipitação de 3 Municípios	45
Figura 10: Hidrografia com os principais rios, o Muriaé e Carangola.....	46
Figura 11: Mapa das Unidades Litológicas.....	48
Figura 12: Mapa Geomorfológico.....	50
Figura 13: Fotos de planícies aluviais no Município.....	51
Figura 14: Foto de um domínio colinoso.....	52
Figura 15: Fotos de área de baixada e morros elevados	53
Figura 16: Foto de domínio serrano ao fundo	55
Figura 17: Mapa pedológico da área de estudo	56
Figura 18: Foto de argissolo vermelho-escuro.....	58
Figura 19: Foto de um solo argissolo vermelho-amarelo	59
Figura 20: Foto solo gley	60
Figura 21: Foto da disposição do lixo no Município	62
Figura 22: Foto do cemitério Vale das Orquídeas.....	63
Figura 23: Fotos de inundação ao longo do Rio Muriaé.....	63
Figura 24: Mapa Geológico-Geotécnico	73
Figura 25: Fotos de rocha intemperizada com blocos ainda presentes.....	75
Figura 26: Foto com casas nas partes baixas de uma encosta	76
Figura 27: Foto de depósito de tálus	77
Figura 28: Foto com solo pouco espesso e rocha alterada com estruturas.....	78
Figura 29: Foto de solo pouco espesso com afloramento rochoso	79
Figura 30: Foto de solo residual espesso	80
Figura 31: MDT da área de estudo	81

Figura 32: Mapa de Declividade em 4 classes	83
Figura 33: Mapa de Potencial de Uso do Solo.....	85
Figura 34: Mapa de Suscetibilidade à Erosão Laminar	89
Figura 35: Mapa de Suscetibilidade à Escorregamento	91
Figura 36: Área ampliada com os pontos que já ocorreram escorregamentos	92
Figura 37: Foto de uma erosão na área de estudo.....	94
Figura 38: Foto de construção em local de alta declividade	94
Figura 39: Foto de bloco com perigo de deslocamento.....	95
Figura 40: Foto de escorregamento de uma encosta	95
Figura 41: Foto de um mapa com áreas que foram inundadas dentro do centro urbano.	96
Figura 42: Foto de uma área inundável.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Registros de Escorregamentos Ocorridos no Município de Itaperuna/RJ.....	19
Tabela 2 - Classes de Erodibilidade do Solo	24
Tabela 3 - Matriz de Decisão Adotada na Definição das Classes de Suscetibilidade à Erosão Laminar. .	25
Tabela 4 - Classes de Erodibilidade Para as Unidades Pedológicas da Área de Estudo	69
Tabela 5 - Matriz de Decisão Adotada na Definição das Classes de Suscetibilidade à Erosão Laminar	70

RESUMO DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CCT-UENF COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA
A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA/RJ A PARTIR DO
MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E DO USO DE TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO

OSCAR OSÉIAS DE OLIVEIRA

Março de 2006

Orientador: Prof^a. Maria da Glória Alves

RESUMO

Em razão do acelerado crescimento urbano, temas como expansão urbana e planejamento territorial têm, a cada dia, importância maior, principalmente para profissionais e instituições ligadas ao meio ambiente.

Neste trabalho, contou-se com o auxílio de ferramentas de Geoprocessamento, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para aquisição, composição, geração dos dados e análises das informações que foram geradas.

Elaboraram-se mapas, para auxiliar o planejamento territorial do Município de Itaperuna no Estado do Rio de Janeiro, como o Mapa Geológico-Geotécnico que auxiliou a elaboração do Mapa de Potencial de Uso e Ocupação do Solo, que classificou o espaço físico em áreas urbanizáveis, urbanizáveis com restrição, não urbanizáveis e áreas de preservação. Geraram-se, ainda, Mapas de Suscetibilidade a Escorregamento e Erosão Laminar.

Detectou-se que o Município apresenta diversos problemas, dos quais os principais são disposição de lixo a céu aberto, esgoto sem tratamento lançado nos corpos d'água, ocupações irregulares, diversas áreas com alta suscetibilidade a escorregamento e erosão laminar.

Os planos de informações gerados são imprescindíveis para o planejamento territorial com boa utilização do meio físico e para a criação de um plano diretor para o Município.

ABSTRACT OF THE THESIS PRESENTED TO CCT-UENF AS A PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUERIMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF CIVIL ENGINEERING.

**ENVIROMENTAL DIAGNOSES OF THE MUNICIPAL DISTRICT OF ITAPERUNA (RJ)
TROUGH GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL MAPPING AND GEOPROCESSING
TECHNIQUES USAGE**

OSCAR OSÉIAS DE OLIVEIRA

MARCH 17TH, 2006

Advisor: D. Sc. Maria da Glória Alves

ABSTRACT

Due to accelerated urban growth, themes such as urban expansion and territorial planning have become increasingly important, specially for environment related professionals and institutions.

In this paper, tools such as Geoprocessing, Global Positioning System (GPS), Remote Scanning and Geographic Information System (SIG) were used for the acquisition, composition and production of data and analysis of the generated information.

Maps were elaborated to help in territorial planning of Itaperuna municipal district, State of Rio de Janeiro, such as the Geological-Geotechnical map which collaborated in the elaboration of the Soil Usage and Occupation Map. This map classified physical space into urban areas, urban areas with restriction, non-urban areas and preservation areas. Sliding susceptibility and laminar erosion maps were developed.

It was detected that the municipal district presents several problems such as exposed dump sites, non-treated sewage thrown into bodies of water, irregular occupations, and several areas with high sliding susceptibility and laminar erosion.

The information plans developed were indispensable for territorial planning with good utilization of physical space and for creation of a Municipal Master Plan.

1 INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do território nas cidades brasileiras e, conseqüentemente, sua urbanização ocorrem, em feições geomorfológicas favoráveis e ao lado de linhas férreas e de rios, como é o caso de Itaperuna, no estado do Rio de Janeiro, que se desenvolveu ao longo do rio Muriaé.

O Município de Itaperuna, assim como a maioria dos municípios brasileiros de porte médio, sofreu e ainda vem sofrendo em razão do crescimento desordenado e da falta de planejamento do uso e ocupação do solo. As ações de ocupação do território devem ser precedidas de análises, para orientar e harmonizar o uso e ocupação do meio físico a fim de se evitarem prejuízos. É indiscutível que, pelo menos, as novas áreas de expansão não prescindam dessas análises.

A ocupação desordenada do meio urbano tem causado sérios prejuízos de natureza econômica e social. Este fato é notado claramente pela desordenada ocupação antrópica em áreas suscetível a escorregamentos, inundação, também em Áreas de Proteção Permanente (APP) e outras.

Neste Município, tal tipo de ocupação pode ser notado em bairros como o Vinhosa e o Cehab, que têm sofrido com sucessivos eventos de escorregamentos de encostas, encadeados, quase sempre, pela ocupação irregular em áreas suscetível a este tipo de ocorrência. As populações destes bairros são, em geral, comunidades carentes de recursos e de baixa renda. Apresentam também problemas de inundação nos locais próximo às margens do Rio Muriaé – um local que deveria ser área de preservação permanente e, constantemente, é ocupado – e em bairros de baixa altitude como o Centro e também o Cehab e Vinhosa, pois o lençol freático é alto e o processo de escoamento e infiltração apresentam problemas.

Diante do exposto, o Diagnostico Ambiental é de suma importância nesta região, levantando os problemas que existem e suas possíveis causas, apontando soluções viáveis, como a indicação de frentes da atual expansão do município, a fim de propor melhorias.

Para o desenvolvimento deste trabalho, contou-se com o auxílio de ferramentas de Geoprocessamento – Sistema de Posicionamento Global (GPS), Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) – para aquisição, composição,

geração dos dados e análises das informações obtidas com o uso desse ferramental.

A partir do cruzamento dos planos de informação, obtiveram-se resultados que mostram o Potencial de Uso do Solo e a Suscetibilidade do Solo à Erosão laminar e ao Escorregamento.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste é a realização de um Diagnóstico Ambiental no Município de Itaperuna, Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se principalmente o Mapeamento Geológico-Geotécnico e técnicas de Geoprocessamento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criação de uma base de dados georreferenciados;
- Geração do MDT (Modelo Digital do Terreno) e do Mapa de Declividade;
- Elaboração do Mapa Geológico-Geotécnico;
- Geração do Mapa de Potencial de Uso e Ocupação do solo;
- Identificar áreas Suscetíveis à Erosão laminar;
- Identificação das áreas Suscetíveis a Escorregamento;
- Levantamento dos problemas ambientais decorrentes do uso desordenado do meio físico.

2.3 JUSTIFICATIVAS

O trabalho foi realizado para o Município de Itaperuna, por ser uma região “carente” de estudos e que tem apresentado problemas tais como deslizamento, inundação, ocupação desordenada. Isto pode ser constatado em bairros como o Vinhosa e o Cehab, que têm sofrido com sucessivos eventos de escorregamentos de encostas, causados, na maioria das vezes, pela ocupação irregular em áreas suscetíveis a este tipo de ocorrências. As populações destes bairros são, em geral, comunidades de baixa renda, carentes de recursos.

O Município tem, ainda, problemas de inundação em áreas de baixada, onde o lençol freático é alto (próximo da superfície), e os processos de escoamento e infiltração

apresentam problemas em razão do tipo de solo. A ocupação irregular também ocorre às margens do Rio Muriaé, que, conforme a legislação, deveria ter uma faixa de preservação, mas, na verdade, é ocupada.

Segundo Pinto (2002), que realizou um levantamento dos escorregamentos, dentre os muitos casos, destaca-se o ano de 1997, em que ocorreram 8 (oito) escorregamentos nos bairros de Vinhosa e o Cehab. Importa ressaltar que tal achado se refere a uma visão local, abrangendo apenas os bairros citados.

O presente trabalho abrangeu a área de Itaperuna de uma forma ampla, com as potencialidades e fragilidades do seu meio físico.

A realização de um Diagnóstico Ambiental do Município de Itaperuna/RJ auxiliará nas tomadas de decisões e, conseqüentemente, na prevenção de desastres, pois indicará os locais suscetíveis a problemas e indicará as áreas com potencial para expansão urbana de forma ordenada.

3 REVISÃO TEMÁTICA

Neste capítulo, apresenta-se um levantamento bibliográfico a respeito dos temas abordados e seus conceitos: processos do meio físico, Mapeamento Geológico-Geotécnico, metodologias de análise do meio físico, técnicas de Geoprocessamento aplicadas à engenharia geotécnica e leis ambientais.

3.1 PROCESSOS DO MEIO FÍSICO

De acordo com Sobreira (1989),

O conhecimento do meio físico, indispensável ao uso racional do solo, exige uma abordagem multidisciplinar, que se sobressai à visão geológica e, em particular, de geologia de engenharia, que através de solicitações impostas ao meio físico pode fazer um prognóstico de como estas solicitações afetarão o ambiente geológico bem como as conseqüências resultantes.

Corroborando essa opinião, temos Oliveira *et al.* (1995), quando argumentam que,

Os processos do meio físico referem-se ao desenvolvimento e sucessão de fenômenos potencializados pela interação de componentes materiais e tipos de energia, podendo ser originados, acelerados ou retardados por agentes químicos, físicos, biológicos (fauna e flora) ou antrópicos, num determinado ambiente.

Dessa maneira, tem-se que tais processos têm uma interdependência entre os diversos fatores e processos do meio ambiente, e que as ações do homem podem atuar como um fator que controla os processos ou como um catalisador, dependendo da sua atuação no meio.

Dos processos que atuam no meio físico, podem ser citados a erosão, assoreamento, inundação, ocupações desordenadas (sem o prévio conhecimento do

Mapa de Potencial de Uso do Solo) e os movimentos gravitacionais de massa nas encostas. Este último tem assumido importância cada vez maior devido sua ocorrência e grande repercussão, nos âmbitos econômicos sociais e ambientais. A sua importância ou consequência pode ser avaliada em função das características do local em que estão inseridas, ou seja, em função de variáveis, como por exemplo: a geometria da encosta, presença ou não de vegetação, uso e cobertura do solo, comportamento antrópico, tipo do solo, pluviosidade, entre outros.

Nos tópicos a seguir serão discutidos alguns processos importantes envolvidos na realização deste trabalho.

3.1.1 Suscetibilidade à Erosão

A erosão pode ser definida como um processo de “desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e ou microorganismos (plantas e animais)” (Salomão e Iwasa, 1995 citados por Vieira, 2000). A erosão pode ser dividida em duas grandes categorias: natural, ou geológica, e erosão acelerada, ou antrópica. A primeira se refere ao desenvolvimento em condições de equilíbrio com a formação do solo, a antrópica tem uma intensidade superior à formação do solo e, dependendo da intensidade, não permitindo sua recuperação natural.

Segundo Pejon (1992), o fenômeno da erosão consiste no destacamento e transporte de materiais superficiais, resultantes da ação combinada de diversos fatores. Em países tropicais o principal agente de desagregação e transporte dos materiais inconsolidados é a água da chuva, dentre outros, como rios, ventos e mares. A erosão ainda depende de fatores naturais como: clima, geomorfologia, a natureza do terreno (substrato rochoso e material inconsolidados) e a cobertura vegetal, acrescido de interferência antrópica, que vem intensificando e deflagrando processos erosivos.

O solo, como é o material que se desprende ou erode, possui características próprias e estando a uma mesma condição de cobertura e uso declividades, pode possuir uma diferente suscetibilidade à erosão.

3.1.2 Assoreamento e Inundações

As inundações, assim como os assoreamentos, são processos que estão diretamente associados entre si, e também devido à ocupação desordenada e inadequada de baixadas e de áreas ao longo das margens dos rios.

Para Vieira (2000), o assoreamento ocorre a partir da erosão e do transporte de sedimentos ao longo das encostas com depósito nas porções mais baixas do relevo, atingindo os leitos dos rios e reservatórios de água. Com isso tem a formação de bancos de sedimentos, o que modifica a morfologia dos canais e o seu gradiente hidráulico propiciando a ocorrências de enchentes.

Nas áreas urbanas, os assoreamentos, juntamente com as construções, irregulares formam os principais responsáveis pela ocorrência de inundações, devido à impermeabilização que causa ao solo em grandes áreas, propiciando assim, em casos de chuvas intensas, as enxurradas ou escoamento torrencial em direção às partes mais baixas da cidade e elevando o nível d'água dos mesmos.

3.1.3 Movimentos de Massa: Escorregamento

Para que ocorram os movimentos gravitacionais de massa é necessário uma serie continua de eventos e efeitos, a fim de resultar em uma ruptura de material terrestre, isto ocorre quando suas solicitações são maiores que a sua resistência. Dos fatores que aumentam as solicitações tem-se a remoção de massa, a sobrecarga, as solicitações dinâmicas e as pressões laterais, já os que diminuem sua resistência tem se a redução da coesão e ângulo de atrito e a elevação do nível d'água (Varnes, 1978, in Vieira, 2000).

Segundo Guidicini e Nieble (1983), escorregamentos são movimentos rápidos, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. A velocidade de avanço de um escorregamento cresce mais ou menos rapidamente, de zero a pelo menos 0,3m/s, decrescendo a seguir. Corresponde ainda a um deslocamento finito ao longo de superfície definida de deslizamento, preexistente ou de neoformação; classifica-se também em dois subtipos, caso exista predomínio de

rotação (escorregamentos rotacionais) ou de translação (escorregamentos translacionais).

Existem diversos fatores que podem tirar o solo de sua inércia e levá-lo ao escorregamento, à erosão e ser determinante no uso e ocupação do solo. Deste três fatores podem ser considerados:

- Tipo de solo: sua constituição granulométrica e nível de coesão;
- Declividade da encosta: o grau define o ângulo de repouso, em função do peso das camadas, da granulometria e nível de coesão;
- Água de embebição - que contribui para aumentar o peso específico das camadas; reduzir o nível de coesão e o atrito, responsável pela consistência do solo, e lubrificar as superfícies de deslizamento.

Além dos fatores citados acima, existem outros que estão diretamente ligados ao escorregamento como: chuva, cobertura vegetal, causas antrópicas, entre outros.

Um dos principais fatores que contribuem ao escorregamento é a água, portanto a época de ocorrência dos deslizamentos coincide em quase sua totalidade com o período das chuvas intensas e prolongadas. Visto que as águas escoadas e infiltradas vão desestabilizar as encostas.

Quando as chuvas são freqüentes e de grande durações, a capacidade de infiltração no solo pode ser maior do que a capacidade de escoamento superficial (dependendo do tipo de cobertura vegetal, tipo de solo e declividade do terreno), podendo provocar um aumento substancial das poro-pressões e conseqüentemente redução da resistência ao cisalhamento do solo, causando a instabilidade da encosta”, (Natali, 1999).

Assim é necessário conhecer os períodos chuvosos e realizar as análises para os períodos que apresentem uma situação de maior probabilidade de ocorrência.

Há algumas literaturas que fazem referência aos ensaios de correlação entre pluviosidade e escorregamento. Trata-se de escorregamentos pontuais, onde a ocorrência dos mesmos é associada ao registro pluviométrico diário, geralmente elevado, decorrente de determinado episódio de chuva (Guidicini e Nieble, 1983).

A retirada de vegetação de uma encosta para a implantação de casas ou mesmo para o cultivo resulta na exposição do solo, ou o desmatamento pode agir de maneira

que varie o seu comportamento aumentando a possibilidade de haver movimentos de massas como o escorregamento.

Os autores acreditam ainda que, a maioria dos escorregamentos estaria ligado a destruição do sistema radicular desenvolvido pela mata antiga.

A metodologia utilizada por Oliveira *et al* (2005), consistiu na realização de combinações entre mapas onde foram atribuídos pesos de acordo com a suscetibilidade do solo à ocorrência de escorregamento e ainda são rotuladas notas para as classes em cada mapa específico.

3.1.3.2 Histórico dos Movimentos de Massa em Itaperuna

O Município de Itaperuna/RJ encontra-se neste contexto por apresentar um histórico com casos representativos de escorregamentos, como mostrado na Tabela 1, em que TC = Talude de Corte.

A EMOP (Empresa de Obras Públicas), em conjunto com a prefeitura do Município, gerou uma série de relatórios e plantas com levantamentos das áreas afetadas.

Tabela 1 - Registros de Escorregamentos Ocorridos no Município de Itaperuna/RJ

Nº	Data do Evento	Logradouro	Tipo de Movimento	Tipo de Talude
1	24/04/1979	Vinhosa – VINHOSA	Deslizamento	Natural
2	01/02/1985	Santos Dumont	Deslizamento	Artificial - TC
3	17/04/1985	EE Coronel José Cardoso – NITERÓI	Deslizamento	Artificial – TC
4	13/01/1997	Sebastião José Neves - VINHOSA	Deslizamento	Artificial – TC
5	13/01/1997	EE Coronel José Cardoso – NITERÓI	Deslizamento	Não Informado
6	14/01/1997	Orlando de Oliveira Satler - CEHAB	Deslizamento	Artificial – TC
7	14/01/1997	Getúlio Costa Machado - CEHAB	Deslizamento	Artificial – TC
8	19/02/1997	EE Coronel José Cardoso – NITERÓI	Deslizamento	Artificial – TC
9	19/02/1997	Lindolfo Novaes – VINHOSA	Deslizamento	Artificial – TC
10	19/02/1997	Noemia G. Bitencourt - AEROPORTO	Deslizamento	Artificial – TC
11	10/03/1997	Getúlio Costa Machado - CEHAB	Deslizamento	Artificial – TC
12	11/03/1997	Sebastião José Neves - VINHOSA	Deslizamento	Artificial - TC

Fonte: Pinto (2002)

Em uma avaliação preliminar, pode-se notar que as ações antrópicas são um dos principais condicionantes para tal movimento, devido à ocupação desordenada em vários locais. Além disso, tem-se, em geral, um solo arenoso, raso e precipitações elevadas, compondo um cenário apropriado para ocorrência de movimento de massa na área.

3.2 MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Existem várias aplicações práticas da geologia de engenharia junto à sociedade, entre elas as concepções de medidas de estabilização de encostas e taludes, as análises de riscos, a orientação para implantação de projetos habitacionais e a recuperação de áreas degradadas, e ainda as concepções de planos de defesa civil de caráter preventivo e as orientações para uso e ocupação do solo, (Costa, 2005).

O Mapeamento Geológico-Geotécnico tem-se mostrado de fundamental importância no planejamento territorial, importante, portanto para o plano diretor, uma vez que a falta de uma avaliação prévia do meio físico e a não consideração das suas limitações e adequabilidades a uma determinada forma de uso e ocupação tem causado, problemas sócio-econômicos e ambientais de difícil solução ou então de ações corretivas extremamente complexas e onerosas aos cofres públicos.

O Mapeamento Geotécnico consiste em representar em meio cartográfico os componentes geológicos - geotécnicos de significância para o uso e ocupação do solo em projetos, construções e manutenções quando aplicados à engenharia civil, engenharia de minas e nos problemas ambientais. Neste mapa é possível visualizar as unidades geotécnicas específicas de cada localidade, com informações pertinentes ao tipo de solo, substrato e relevo predominante.

Segundo Zuquette (1993), o Mapeamento Geotécnico tem por finalidade básica levantar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico. As informações devem ser manipuladas por meio de processos de seleção, generalização, adição e transformação, para que possam ser relacionadas, correlacionadas, interpretadas e representadas em mapas, cartas e anexos descritivos, de forma que possam ser utilizados para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento, etc.

Para o International Association of Engineering Geology (IAEG) (1976, em Zuquette & Nakazawa, 1998), o mapa geotécnico é um tipo de mapa geológico que classifica e representa os componentes do ambiente geológico, os quais são de grande significado para todas as atividades de engenharia, planejamento, construções, exploração e preservação do ambiente.

O Zoneamento Geotécnico, de acordo com Maia (2003), consiste na delimitação de áreas (zonas) do terreno, para as quais os elementos do meio físico por elas compreendidas apresentem condições geotécnicas semelhantes viabilizando indicações de aptidões de uso antrópico. Cabe-se ainda destacar o fato do mapeamento geotécnico encontrar-se em crescente utilização em estudos interdisciplinares sobre o meio ambiente, a partir do qual se chega a diagnósticos e/ou planejamento do uso e ocupação do meio.

3.3 METODOLOGIAS DE ANÁLISE DO MEIO FÍSICO

Pode-se ver, pelos levantamentos bibliográficos, que, desde o século passado já se discutia a importância de levantar informações sobre o meio físico. Em 1913, na Alemanha surgiram trabalhos que apresentavam documentos, onde cores e símbolos apresentavam áreas inundáveis, de extração entre outros. Mas somente com o decorrer do tempo que se chegou ao que chamamos de mapeamento geotécnico e cartografia geotécnica (Arenas, 2002; Muñoz *et al*, 2002).

Segundo Zuquette (2004), os trabalhos de mapeamento geotécnico iniciaram-se, no Brasil nos anos 1965-1966, principalmente na UFRJ. A partir de então, diversos trabalhos foram desenvolvidos intensificando nos meados de 1987-1988. Para o autor, uma das grandes aplicações do mapeamento geotécnico na atualidade é no planejamento territorial, pois este atua como uma ferramenta que ajuda a definir e fiscalizar a ocupação territorial das regiões, de maneira tecnicamente adequada, de forma que respeite as áreas de interesse ambiental, fornecendo informações para o planejamento, tanto em âmbito regional quanto urbano.

Alves (2000) apresenta diversas metodologias utilizadas, para o tratamento de dados espaciais com a utilização da informática. Pode se notar que a partir de 1987,

surgiram trabalhos como o desenvolvido por Gama (1987), que classifica as principais aplicações da informática em geologia de engenharia, como o banco de dados geológico-geotécnico.

Em 1993, Vedovello & Mattos propuseram um zoneamento por Sensoriamento Remoto, para estudos de planejamento do meio físico com aplicação a expansão urbana. Neste momento começa então uma das maiores aplicações do zoneamento que é relacionado quanto ao planejamento da expansão urbana.

Na aplicação do Mapeamento Geológico-Geotécnico e uso de técnicas de geoprocessamento, temos também a contribuição de Alves e Barroso (1999), que apresentaram uma metodologia para caracterizar o uso e ocupação do solo.

Alves (2000) realizou uma análise ambiental em que, para elaborar o Mapeamento Geológico-Geotécnico teve como princípio a individualização dos componentes básicos do ambiente geológico, separados em unidades elevadas e de baixadas que são caracterizados pelos contrastes topográfico e geológico marcantes. Nas unidades elevadas foram encontrados basicamente: Domínios de afloramentos, domínios de solos residuais, depósitos de talus/colúvio entre outros. Já nas unidades de baixadas podem-se citar os depósitos aluvionares.

Com relação às diversas formas e metodologias de elaboração do Mapa de Potencial de Uso e Ocupação podemos citar Alves (2000), segundo o qual tal mapa pode ser obtido através do cruzamento dos planos de informação Geológico-Geotécnico com o Mapa de Declividade.

Em alguns trabalhos de Escorregamentos, como citado por Fernandes & Amaral (2000), fazem-se inventários dos locais de estudo, para analisar a influência dos fatores deflagradores, e também se recorre a estudos já realizados em uma determinada área geográfica a fim de permitir a análise de processos interativos.

Para a elaboração de um Mapa de Suscetibilidade a Escorregamento para o Rio de Janeiro o grupo internacional de pesquisa em deslizamento ILGR (1992 em Fernandes & Amaral, 2000), considerou como principais fatores que influenciam a distribuição de deslizamento:

- Uso do solo;
- Geologia;
- Distribuição dos depósitos superficiais;

- Declividade.

As classes de risco, que serve como um modelo para classificação, foram escalonadas em diferentes níveis:

Áreas de muito baixa suscetibilidade: São áreas muito pouco sujeitas a deslizamento, em geral apresenta declividade menores do que 10%;

Áreas de moderada suscetibilidade: São áreas suscetíveis a deslizamento, de uma maneira geral com declividades acima de 20%, formadas por solo residual.

Áreas de alta suscetibilidade: São áreas muito suscetíveis a deslizamento, e conhecidas por envolver um alto número de acidentes ou conter um grande número de obras de contenção, ação que muda a suscetibilidade. Em geral são áreas com depósitos de tálus, blocos rochosos e lascas instáveis.

Recentemente devido ao avanço dos softwares de Sistema de Informações Geográficas, o uso de modelos digitais de terreno tem desempenhado um papel fundamental no condicionamento da localização, espacial e temporal nas zonas de saturação e deslizamento na paisagem, (Fernandes & Amaral, 2000), com isso os SIG's estão surgindo como ferramentas poderosas de auxílio e planejamento.

Existem metodologias em que se usam basicamente dois parâmetros (elevação e declividade) e um programa para a geração do MDT (Cole, J. A. *et al*, 2004). Pode-se concluir que 96% dos escorregamento se concentravam entre declividades que variam de 16° a 44°.

Já Lee *et al* (2004) consideraram parâmetros como topografia, solo, pedologia, geologia e o cruzamento dos dados obtidos. Das metodologias utilizadas, pode-se concluir que a maioria delas se baseia em cruzamentos de planos de informações tais como: Modelo Digital do Terreno (MDT), Solo, Geologia e Geomorfologia, sendo que o MDT considerado o principal fator.

Guimarães (2000) apresenta uma metodologia baseada em cálculos matemáticos avançados para o problema. Neste mesmo trabalho ele apresenta diversas metodologias, como a de Seeley e West (1990) e a de Xavier *et al*. (1996), e que realizam combinações entre mapas onde são atribuídos pesos de acordo com a sua suscetibilidade à ocorrência ao escorregamento e ainda são rotuladas notas para as classes em cada mapa específico, metodologia parecida foi utilizada por Oliveira *et al* (2005).

Pinto (2002) realizou um estudo em 2 (duas) áreas do Município de Itaperuna, onde foi realizada uma pesquisa junto a especialistas para ajudarem na escolha dos fatores e do grau de importância (peso) que influenciavam na avaliação da suscetibilidade do solo a escorregamento.

Para a avaliação da suscetibilidade do solo à erosão laminar, pode-se citar a metodologia de Bertoni & Lombardi Neto (1990), que foi utilizada também por Corrêa (2003), em que os solos são apresentados com suas respectivas classes de erodibilidade, conforme tabela 2.

Tabela 2 - Classes de Erodibilidade do Solo

Classes de erodibilidade	Unidades Pedológicas
I	Neossolo Litólico Cambissolo Álico Argissolo Vermelho-Escuro
II	Argissolo Vermelho-Amarelo
III	Argissolo Amarelo
IV	Cambissolo Eutrófico Latossolo Vermelho -Amarelo
V	Neossolo Flúvico Gleissolo Organossolo Espodossolo

Fonte: Bertoni & Lombardi Neto (1990)

Na metodologia utilizada por Bertoni & Lombardi Neto (1990), a Suscetibilidade à Erosão pode ser encontrada a partir do cruzamento matricial do Mapa de Erodibilidade dos solos com o Mapa de Declividades. O Mapa de Declividade do solo é dividido em classes segundo metodologia utilizada por Bertoni & Lombardi neto (1990).

Como primeiro passo para a obtenção do Mapa de Suscetibilidade à Erosão Laminar, tem-se a criação de um Mapa de Erodibilidade encontrado a partir da reclassificação do mapa pedológico em classes, baseado nos índices relativos de erodibilidade dos solos.

Como passo seguinte Integraram-se os Mapas de Erodibilidade e Declividade. Realizou-se esta integração segundo um cruzamento matricial, relacionando classes de declividade com classes de erodibilidade, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de Decisão Adotada na Definição das Classes de Suscetibilidade à Erosão Laminar.

Erodibilidade	Declividade (%)			
	0 – 8	8 – 30	30 –60	> 60
I	M	A	MA	MA
II	M	M	A	MA
IV	B	B	B	M
V	NS	NS	NS	NS

Fonte: Bertoni & Lombardi Neto (1990)

Em que:

MA = muito alta suscetibilidade;

A = alta suscetibilidade;

M = média suscetibilidade;

B = baixa suscetibilidade;

NS = baixa a não suscetível á erosão.

3.4 PRINCIPAIS ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

O presente item apresenta uma pequena revisão a respeito de solos e declividade, pois foram os principais parâmetros abordados neste trabalho.

3.4.1 Solo

O solo pode ser interpretado de diversas maneiras dependendo do objetivo ou enfoque científico. Na Geologia, é considerado o produto do intemperismo físico e químico das rochas; na área de Engenharia Civil constitui material escapável que perde sua resistência quando em contato com a água; já na Agronomia, solo é a camada superficial de terra arável, possuidora de vida, (Salomão e Antunes 1998).

De maneira bem completa Salomão e Antunes (1998) assim definem o solo:

Um material natural constituído de camadas e horizontes de compostos minerais e, ou, orgânicos, com variadas espessuras, diferindo do material original por propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, e por características biológicas. Os horizontes do solo são inconsolidados, mas alguns contêm suficiente porção de sílica, carbonatos ou óxido de ferro para cimentá-los.

De acordo com Palmieri & Larah (2000), a formação do solo é função que depende dos seguintes fatores:

Solos = f (clima, organismos, material originário, relevo e tempo).

Aqui se tem o solo como uma parte dinâmica ou variável da superfície em que depende dos limites que lhe são impostos, ou seja, até onde existe a interferência de alguma forma em suas características. Prova disso é que o solo é função de alguns fatores, ou seja, é variável.

3.4.1.1 Descrição das Classes de Solo

As principais classes de solos existentes na área de estudo são definidas a seguir, em função das descrições morfológicas, análises físicas, químicas e mineralógicas de seus perfis representativos.

- Solo Latossólico: solos minerais, com estágio de intemperização bastante evoluído, ou seja, são solos velhos, profundos, e o teor de argila variando pouco com a profundidade, e de alta permeabilidade.
- Argissolo - Essa classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural de coloração que varia de vermelha a amarela. São solos em geral profundos e bem drenados.
- Gleissolos - Compreende solos minerais, hidromórficos. São solos relativamente recentes, pouco evoluídos, e originados de sedimentos de idade quaternária, apresentando, portanto, grande variabilidade espacial. São sub divididos de acordo com o tipo de horizonte superficial. Estes solos são permanente ou periodicamente saturados por água, exceto quando drenados. A água de

saturação permanece internamente estagnada, ou a saturação se faz por fluxo lateral do solo. A água neste tipo de solo pode ainda se elevar por ascensão capilar, de forma a atingir a superfície do mesmo, EMBRAPA (1999).

Segundo Pinto (2002), através de sondagens realizadas a trado no bairro Vinhosa em Itaperuna (Figura 1), pôde-se concluir que a profundidade de solo era pequena, grande parte inferior a 1m de profundidade, em geral composto por argila siltosa com areia fina, média e grossa, apresentando pedregulhos.

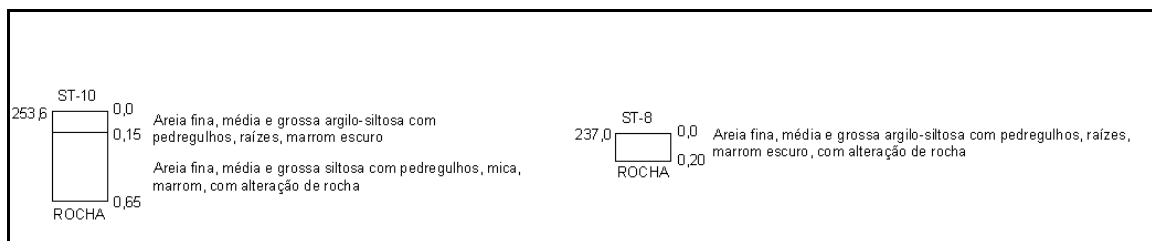


Figura 1: Perfil de um solo residual jovem através de furo a trado no Bairro Vinhosa
 Fonte: Pinto (2002)

Já no bairro Cehab em Itaperuna (Figura 2), as profundidades de furos a trado foram maiores, podendo chegar ate a 5,1 m, mas na maioria com profundidades menores; com características do solo podendo apresentar argila siltosa com areia fina, média e grossa, pouca mica, marrom, silte argiloso com areia fina e média, mica, vermelho claro (Solo Residual Maduro).

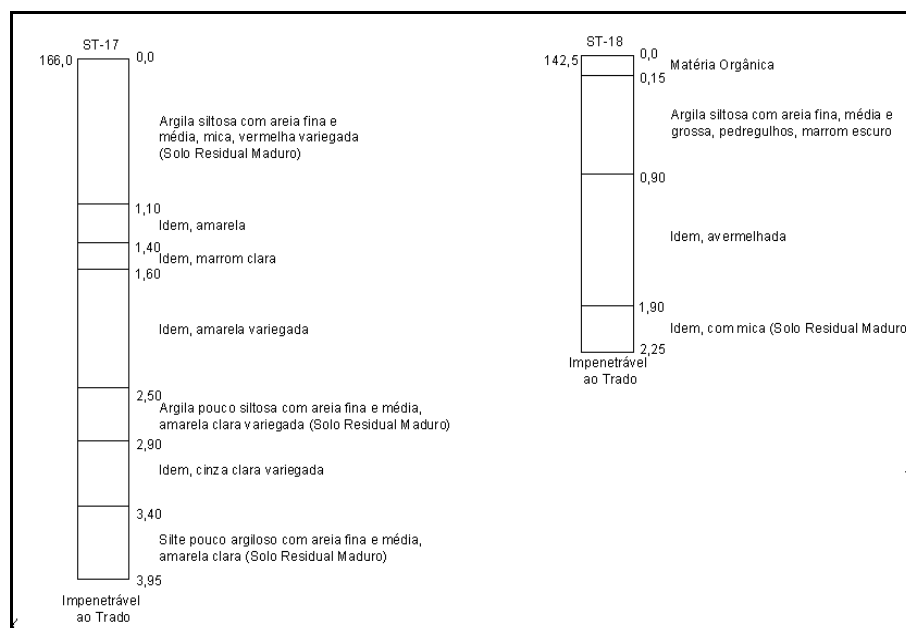


Figura 2: Perfil de um solo residual através de furo a trado no Bairro Cehab
 Fonte: Pinto (2002)

3.4.2 Declividade

A declividade de uma encosta constitui um dos principais fatores limitantes de uma ocupação adequada, pois este fator interfere muito no Uso e Ocupação do Solo, na Suscetibilidade à Escorregamento, Erosão, inundação entre outros.

Segundo Fernandes & Amaral (2000), no caso específico de escorregamento, existem diversos fatores que o influenciam, mas a declividade atua como o principal. Segundo os autores um estudo realizado após chuvas intensas mostrou que 97% dos escorregamentos ocorreram em locais com declividade acima de 20°, porém pôde-se observar que a maior parte dos movimentos não se deu em encostas mais íngremes (>35°), mas em locais com declividades entre 21° - 25°, este comportamento foi atribuído ao tipo de cobertura vegetal que variou de um local para o outro e também a possíveis movimentos anteriores.

Tratando-se de ocupação do solo existem leis que definem até qual declividade um terreno pode ser ocupado ou não, segundo a lei de parcelamento do solo, que será mais detalhada nos próximos itens.

3.5 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado de uso comum do povo e essencial á qualidade de vida, impondo-se a todos, e em especial ao poder publico, o dever de defendê-lo, zelar por sua recuperação e proteção em beneficio das gerações atuais e futuras" (Brasil, Constituição 1988).

O artigo 258 do capítulo VIII da Constituição Federal brasileira de 1988 define alguns dos cuidados relacionados ao meio ambiente. Dentre alguns artigos da constituição relacionados ao meio ambiente podemos destacar: APPs (Áreas de Preservação Permanente), Lei de parcelamento do solo e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que serão discutidos a seguir.

3.5.1 APPs (Áreas de Preservação Permanente)

São consideradas APPs, áreas que margeiam os cursos d'água (rio, nascente, lago, represa), encosta, local de declividade superior a 100% ou 45° e outras situações quando declaradas pelo poder público, como para atenuar a erosão das terras, formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias, proteger sítios de excepcional beleza ou de valor (científico ou histórico) ou ainda para assegurar condições de bem-estar público, (BARROS *et al*, 2003).

A conservação de áreas que margeiam os corpos d'água é de extrema importância para o equilíbrio ambiental e para a qualidade da água dos rios. Para cuidar desta questão existe uma série de legislações que tratam desta.

Uma das principais leis ambientais que visa à proteção dessas áreas é a Lei Federal 4.771/65, chamada de Código Florestal, alterada pela Lei n.º 7.803/ 89, que serão descritos a seguir:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2) de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo, (Brasil, 1989).

O Plano Diretor dos Municípios é um instrumento legal de grande importância na proteção do meio ambiente em áreas urbanas, foi instituído pelo estatuto da cidade, Lei 10.257/01, que traça diretriz geral para o planejamento global da cidade com população maior que 20.000 habitantes, o que ainda é bastante escasso em diversos municípios brasileiros.

3.5.2 Lei de Parcelamento do Solo Urbano

Lei de parcelamento do solo (LEI Nº 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979).

A lei 6.766 de 1979 dá algumas diretrizes para o uso adequado do parcelamento do solo, indicando áreas que podem ser utilizadas, áreas de preservação em termos de declividades e outros itens. Eis alguma dessas diretrizes:

Art. 3º. Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas ou de expansão urbana, assim definida por lei municipal.

Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

3.5.3 Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC

A Lei nº 9.985, de 18 de junho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Em seu Art 2º, a Unidade de Conservação é assim definida:

Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

3.7 GEOPROCESSAMENTO

O Geoprocessamento, a cada dia vem se difundindo no meio técnico-científico por sua aplicabilidade, como por exemplo, na área de planejamento territorial um dos objetivos desta dissertação. Para muitos estudiosos é considerado como uma ferramenta e, para outros é tratado como geociência. Não sendo objetivo dessa dissertação entrar no mérito dessa discussão.

Segundo Assad & Sano (1998), o termo Geoprocessamento denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Uma das aplicações do Geoprocessamento está relacionada aos países de grande dimensão e com carência de informações adequadas para tomada de decisões sobre problemas urbanos e ambientais.

Segundo Câmara & Medeiros (1996) existem três atividades metodológicas de aplicações ambientais em Geoprocessamento, são: mapeamento, regionalização (zoneamento) e modelagem. Estas atividades são complementares e refletem fases de um processo de entendimento das diferentes inter-relações das informações geográficas.

De uma maneira mais específica, tem-se o Geoprocessamento definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para

um objetivo específico, que tem no Sistema de Informações Geográficas uma de suas principais ferramentas.

3.7.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Existem diferentes definições para o Sistema de Informações Geográficas, podemos defini-lo como sendo um sistema destinado ao tratamento e análise de dados georreferenciados (Georeferenciamento). Segundo Rocha (2000), o SIG é capaz de integrar dados de diversas fontes e formatos em um ambiente computacional ágil e eficaz, e “todos os arquivos de dados de um SIG são georreferenciados, ou seja, tem referencia na superfície terrestre”.

Aronoff (1989), salienta que, o SIG é um sistema de captação, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados.

Tal sistema de informações possibilita análises que permitem, assim, simular, testar e avaliar exemplos ou modelos preestabelecidos, o que servirá de suporte à tomada de decisões. Há ainda dentro do SIG opções de análise de dados como a booleana e a fuzzy.

A análise booleana é mais conservadora e limitada, segundo Rocha (2000);

Uma limitação da aproximação booleana simples é que todos os fatores têm igual importância no mapa de adequabilidade. A análise booleana, por ser um lógico (AND) é muito conservadora em termos de riscos, na imagem resultante (de adequabilidade) todos os critérios são satisfeitos. A adequabilidade em um critério não compensa a falta de adequabilidade em outro (...).

Isso não é vantajoso, pois, uma área pode ser suscetível a escorregamento devido ao solo local, e, portanto ter uma cobertura vegetal que atue de forma minimizadora.

A Lógica Difusa ou Lógica Nebulosa também pode ser definida como a lógica que suporta os modos de raciocínio que são aproximados, ao invés de exatos, como estamos naturalmente acostumados a trabalhar.

Este conceito é usado para tentar quebrar um pouco essa fronteira rígida da Análise booleana. Segundo Rocha (2000), o conceito Fuzzy dá a todas as localizações

um valor representando seu grau de adequabilidade, (permitindo assim ao analista o poder de decisão) enquanto que as restrições mantêm seu caráter booleano.

Fuzzy são conjuntos caracterizado por uma possibilidade que varia de zero a um, indicando um aumento contínuo de não membro a membro. O módulo Fuzzy avalia a possibilidade de cada pixel pertencer a um conjunto fuzzy pela estimativa de qualquer um das séries de membros do conjunto Fuzzy (Rocha, 2000).

3.7.2 Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto dentre inúmeras definições existentes pode ser definido como o conjunto de processos e técnicas que são utilizadas para medir propriedades eletromagnéticas de uma determinada superfície, ou de um objeto, à distância do mesmo; ou seja, sem que haja contato entre o objeto e o equipamento sensor.

Dos sistemas existentes na obtenção de informações dos objetos, pode-se citar o CBERS e o LANDSAT.

O Programa CBERS nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. Com isto, o Brasil ingressou no seleto grupo de países detentores da tecnologia de sensoriamento remoto.

Iniciado em 1998 tem o objetivo de obter imagens respondendo às exigências de monitoramento ambiental do globo com uma ênfase nos problemas próprios dos dois países envolvidos.

Segundo Rocha (2000), o Landsat foi colocado em órbita em 1972, com um desempenho significativo, transformando assim na serie LANDSAT.

O LANDSAT 7 que cobre uma área de 185 x 185 Km, foi lançado em 1999 com sensores ETM+ e PAN, operando com sete canais multiespectrais e um PAN, este último com uma resolução espacial de até 15m. O principal comercializador destas imagens no Brasil é o INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais).

3.7.3 Modelo Digital do Terreno (MDT)

Um dos objetivos específicos deste trabalho é a obtenção do Modelo Digital de Terreno (MDT) para a área de estudo. Este é de fundamental importância, pois é a partir dele que outros objetivos são alcançados, como por exemplo, a obtenção do Mapa de Potencial de Uso e Ocupação do Solo, Mapa de Suscetibilidade ao Escorregamento, Mapa de Suscetibilidade do Solo à Erosão Laminar, Mapa de Declividades.

Nas cartas topográficas o relevo é representado através de curvas de níveis e pontos cotados com altitudes referidas ao nível médio do mar (datum vertical).

Segundo Felgueiras (1998) um Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. Dados de relevo, informação geológicas, levantamentos de profundidades do mar ou de um rio, informação meteorológicas e dados geofísicos e geoquímicos são exemplos típicos de fenômenos representados por um MNT.

Obter o Modelo Digital do Terreno (MDT), torna-se uma tarefa complexa em relevo extremamente acidentado, devido aos contatos abruptos entre escarpas e planícies (citado em Alves, 2000) — caso que se aplica ao estudo em questão em virtude da topografia.

Segundo Corrêa (2003), o MNT pode ser definido como a representação matemática de uma superfície, através das coordenadas X, Y e Z.

3.7.4 Global Position System (GPS)

Global Position System (GPS) é um sistema americano de posicionamento que utiliza 24 satélites ao redor da Terra para determinar qualquer posição geográfica no planeta a qualquer hora utilizando receptores especiais (Gjorup e Filho, 1998).

Dos métodos de posicionamento em GPS existentes foi utilizado, em trabalho de campo para a execução deste o posicionamento absoluto.

3.7.4.1 Posicionamento Absoluto

Consiste na utilização de um único receptor para a realização das medições e conseqüente obtenção das coordenadas do ponto, utilizando somente satélites como referência. Obtém-se o posicionamento por meio das distâncias entre o satélite e o receptor, deduzidas a partir do tempo da transmissão e do tempo de recepção (Gjorup e Filho,1998).

A precisão conseguida com o uso do método de posicionamento por ponto depende do tipo de receptor utilizado e principalmente dos erros de atmosfera, dos relógios e de recepção.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

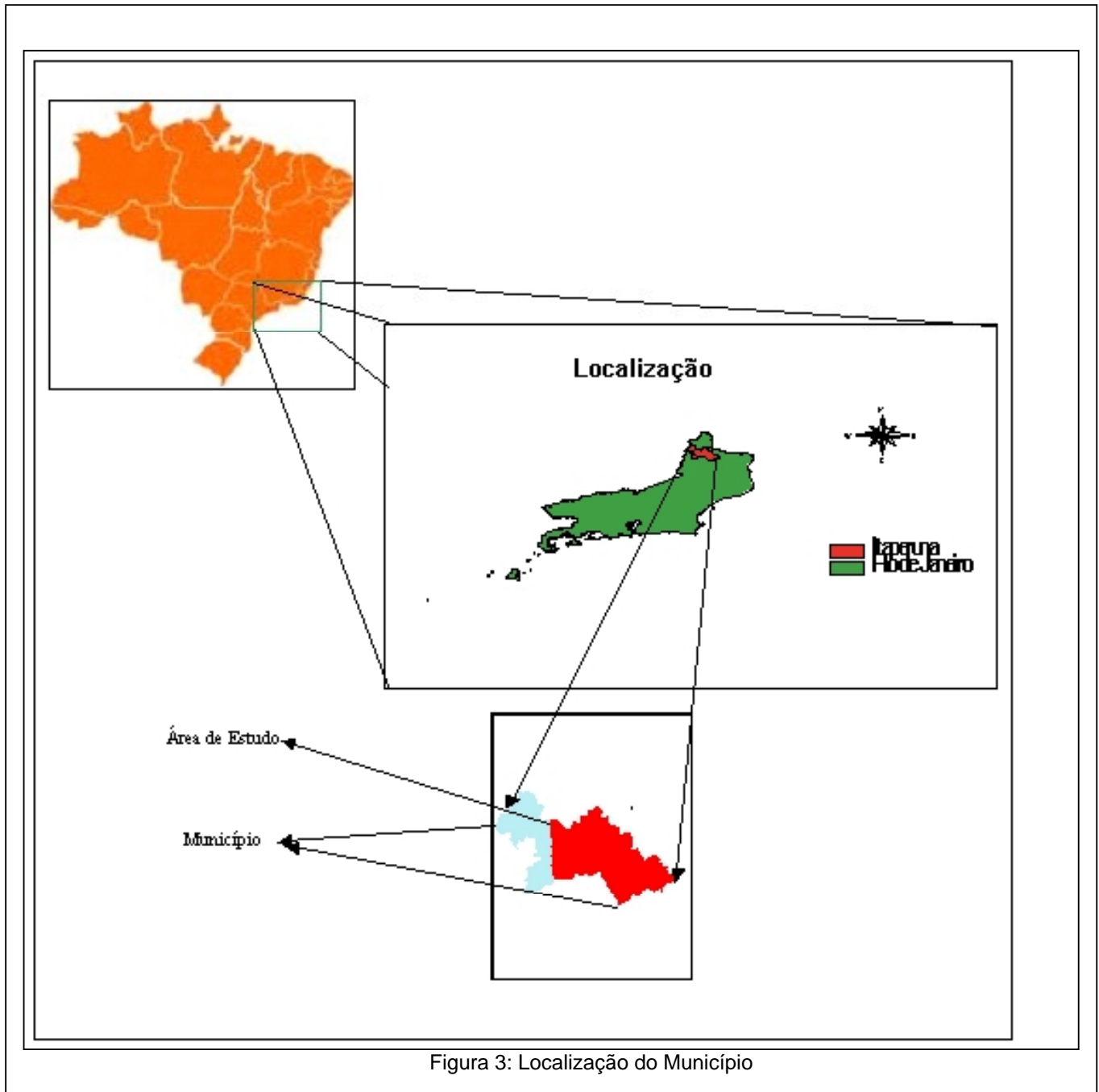
Neste capítulo, caracteriza-se a área de estudo, abrangendo os itens: localização, história de sua ocupação e suas riquezas naturais, clima, hidrografia, geologia, morfologia, pedologia e seus aspectos ambientais.

4.1 LOCALIZAÇÃO

O Município de Itaperuna (Figura 3) está localizado na Região Noroeste Fluminense do Estado do Rio de Janeiro; região esta que abrange também os municípios de Aperibé, Bom Jesus de Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José do Ubá e Varre-Sai. As coordenadas geográficas da sede municipal são: 21°12'23"S e 41°53'25"W, e uma altitude média de 113m. Limita-se a norte com Bom Jesus do Itabapoana e Natividade, a sul com Cambuci e Miracema, a leste com Italva, a sudoeste com Laje do Muriaé e a oeste com o Estado de Minas Gerais (ITAPERUNAONLINE, 2005).

Com uma área total de aproximadamente 1110 Km², corresponde a 20,6% da área da Região Noroeste Fluminense. De acordo com o censo, Itaperuna tinha, no ano 2000 uma população de 86.720 habitantes, correspondentes a 29,1% do contingente da citada região (TCE, 2005).

A BR-356, que passa pela área urbana do Município, é o principal elemento de ligação do Município ao Estado. No Município de Muriaé esta encontra-se com a BR-116 já no Estado de Minas Gerais, e em Campos, via Italva e Cardoso Moreira com a BR-101.



A área de estudo, totaliza cerca de 760 Km²; abrangendo aproximadamente 70% da área do Município; em destaque a área urbana, com os principais rios da região (Figura 4).

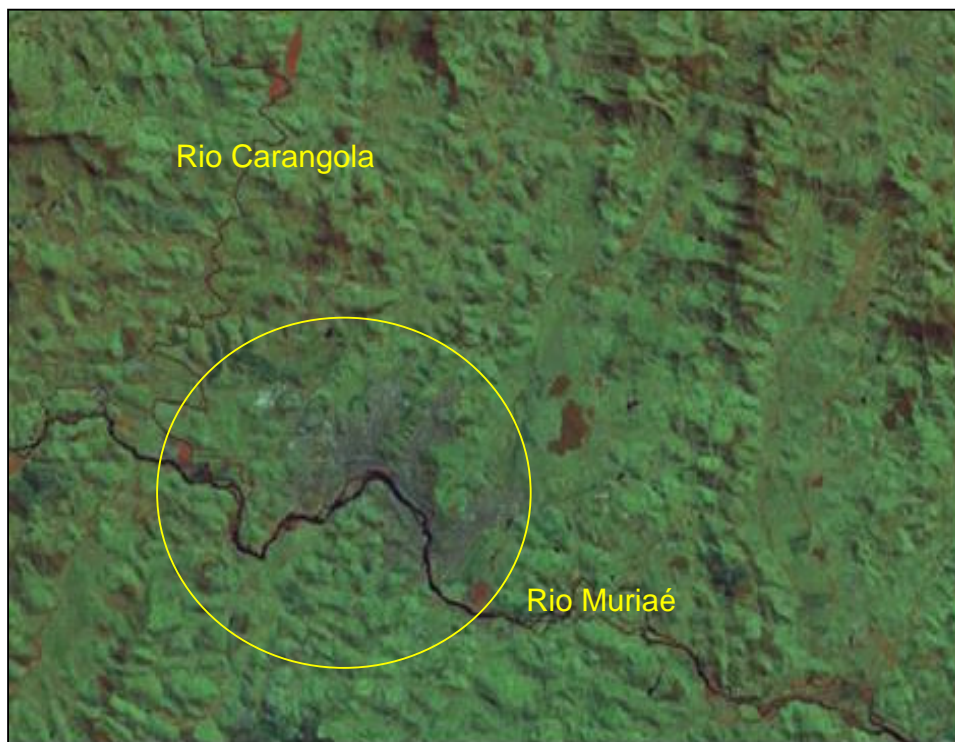


Figura 4: Recorte da imagem de satélite landsat 7 mostrando o centro urbano de Itaperuna e arredores

4.2 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO

Segundo Tribunal de Contas do Estado (TCE), Itaperuna fazia parte da capitania de São Tomé, posteriormente chamada de “Paraíba do Sul”. Durante dois séculos, a área conhecida como “Sertão da Pedra Lisa” permaneceu inexplorada até que alguns colonos começam a explorar a região e se fixar na parte leste do município, perto da barra do córrego São Domingos.

A região de Itaperuna foi utilizada, antes do século XIX, apenas por bandeirantes e aventureiros que demandavam a baixada pelos afluentes da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul. Por volta de 1830, entretanto, instalou-se na área o desbravador José Lannes Dantas Brandão ou José de Lana Dantas Brandão, com iniciativas que passaram a atrair população para o núcleo pioneiro do futuro município.

Inicialmente, a atividade econômica predominante foi a criação de gado, que se desenvolveu em fazendas de grandes extensões, mas, a partir do final do século XIX, com o advento da economia cafeeira, a colonização se efetuou de forma rápida e uniforme, promovendo um desenvolvimento rápido da região. Os trilhos da Estrada de Ferro Carangola chegaram, e a inauguração de seus serviços ocorreu em 25 de junho de 1883 com a presença de D. Pedro II. Em 1887 é criada a freguesia de São José do Avaí, nome dado em homenagem às Armas Brasileiras na Guerra do Paraguai.

Favorecida pela posição geográfica de maior acessibilidade a Campos/RJ, reforçada pela ligação ferroviária, a vila experimentou crescimento, concomitantemente à ampliação de sua importância administrativa e, em 04 de julho de 1889, foi instalada e elevada à categoria de cidade, com o nome de Itaperuna.

O desenvolvimento da economia cafeeira na área foi responsável pela concentração de atividades comerciais e de serviços na cidade de Itaperuna, que passou a desempenhar funções de centro sub-regional do Norte Fluminense. O declínio da atividade cafeeira fez com que a região passasse a sofrer fortes efeitos regressivos. A pecuária de corte desenvolveu-se, então, voltada para o abastecimento dos grandes matadouros e frigoríficos, desenvolvendo-se posteriormente a produção leiteira, estimulada pela presença de fábrica de produtos derivados de leite na sede municipal.

A área do Município atualmente não abrange a mesma base territorial da época da criação, que se estendia aos atuais municípios de Laje do Muriaé, Natividade e Porciúncula, porém, sua importância permanece na região.

A cidade teve o núcleo inicial em torno da linha da estrada de ferro, à margem esquerda do Rio Muriaé. Hoje, ambos os lados do rio estão ocupados pela malha urbana.

O uso e ocupação do solo do Município, assim como em grande parte do Brasil é de uma forma desordenada, desrespeitando muitas vezes leis como aquelas que tratam de proteção de áreas de preservação permanente (Figura 5).



Figura 5: Foto da ocupação ao lado do Rio Muriaé

O uso do solo no Município não é diferente daquilo que ocorreu na maioria dos municípios brasileiros, começando próximos a linhas férreas ou próximos de rios, e quase sempre sem um planejamento com relação a aptidão da terra e seu uso, assim a ocupação define ou mostra os modos de organização social ou cultural.

4.3 ATRAÇÕES NATURAIS DE ITAPERUNA

Itaperuna apresenta diferentes atrativos naturais. Segundo o TCE (2005), o Município apresenta Raposo como região de interesse, por ser uma aprazível estância hidromineral, devido à ocorrência de águas minerais com grande variação hidroquímica, destacando-se águas carbogasosas, sulfurosas e levíssima.

Dentre as formas de uso tem-se o engarrafamento para consumo humano, como a utilização com fins terapêuticos, em balneários locais. Além da importância hidrogeológica, a ocorrência destas águas tem grande importância econômica servindo como atrativo para a intensa atividade turística, que mantém toda a rede hoteleira e o comércio local, (Monsorens et al, 2004).

Também conta com rios, cachoeiras e fontes, tais como:

- Rio Muriaé, afluente da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, nasce na Serra das Perobas em Minas Gerais próximo a fronteira com o Estado do Rio de Janeiro.
- Rio Carangola, com um curso aproximado de 52km, nasce na Serra do Cabuçu em Minas Gerais, sendo o principal afluente da margem esquerda do Rio Muriaé.
- Cachoeira da Fumaça, próxima de Retiro do Muriaé, é formada pelas águas do Rio Muriaé. O primeiro local de interesse é uma piscina natural, de fundo rochoso com presença de plantas aquáticas.
- Fonte Avahy, água considerada milagrosa pelos índios Puris, antigos habitantes da região, fica instalada a 10 km da sede do município.
- Fonte Super Ita, captada da rocha viva em terras da Fazenda Cubatão, a 8 km da sede municipal, a antiga fonte hidromineral Cubatão foi descoberta em 1920. O lugar é isolado e aprazível, destacando-se pastagens imensas de gado e árvores frutíferas.

Tem-se no Município ainda como uma atração turística a estátua do “Cristo” (Figura 6), que encontra-se ao norte do Rio Muriaé, na área urbana em um dos pontos mais altos, onde é possível ter uma visão ampla do centro da cidade (Figura 7).



Figura 6: Foto da estátua do “Cristo”



Figura 7: Vista da área urbana e do Rio Muriaé observada junto a estátua do “Cristo”

4.4 CLIMA

O Município de Itaperuna insere-se em uma região de clima do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, tropical.

O clima tropical de características continentais predomina no Município de Itaperuna, cabendo destacar que acima de 400m as temperaturas são mais brandas tornando o clima mais ameno. Essas áreas correspondem a alinhamentos montanhosos dispostos em níveis escalonados, nos divisores de águas do Rio Itabapoana e Muriaé, ao norte e nos divisores de águas do Rio Muriaé e Pomba, ao sul do Município, onde as altitudes são mais elevadas.

As condições climáticas de Itaperuna são influenciadas pelo distanciamento do município em relação ao litoral e mesmo pelo seu relevo baixo e ondulado. Estas particularidades geográficas imprimem características de continentalidade no clima local, marcada por um período seco de abril até setembro, onde, os índices começam com 74,8 mm em abril e declinam para 16,5 mm em julho e 15,1 mm em agosto. Em outubro, há retomada dos índices pluviométricos, alcançando o máximo de 247,5 mm em dezembro (ITAPERUNAONLINE, 2005).

A temperatura mínima do Município varia entre 12 e 16 °C e média 22 °C a máxima entre 24 e 42 °C.

Os dados pluviométricos da região foram consultados junto ao SIMERJ – Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro em (simerj, 2005), onde encontram diversos dados estatísticos relacionados à precipitação do Estado. No total são 63 estações meteorológicas abrangendo o período de 1960 a 1993, sendo 35 estações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 23 estações da Secretaria Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), 3 estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e 2 estações da Serviços de Eletricidade S.A. (LIGHT).

A Figura 8, mostra a precipitação média da região de estudo, uma série histórica maior que 30 anos e o gráfico de precipitação mensal. Estes dados são referentes aos Municípios: Bom Jesus de Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua. A estação de coletas dos dados é Porciúncula.

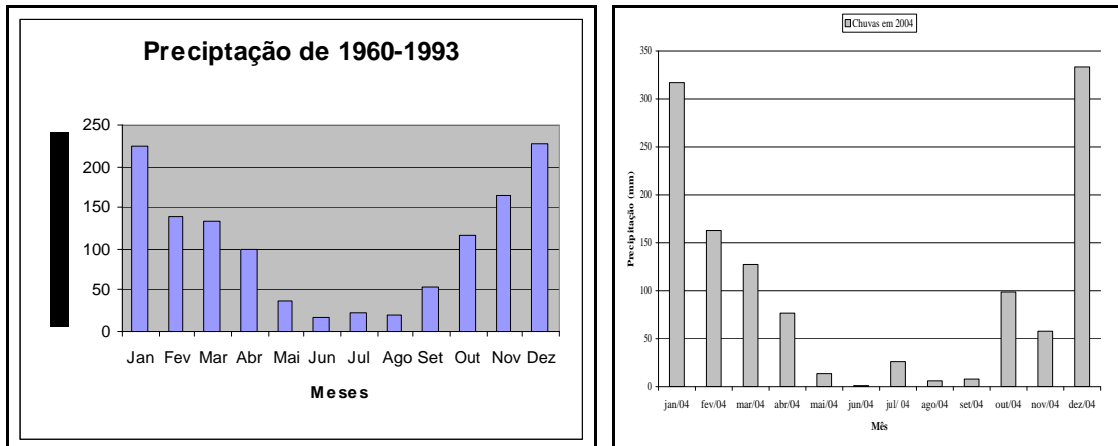


Figura 8: Gráfico de precipitação anual (série de 30 anos) e Gráfico mensal da precipitação no Município de Itaperuna – RJ - 2004.

Fonte: SIMERJ e ANA, (2005)

Segundo estes dados pode-se notar que grandes partes das maiores precipitações ocorrem entre os meses de outubro a março, e que em parte do ano a precipitação é quase nula, mostrando assim uma grande “amplitude” de precipitação. O clima na região na atualidade não é muito diferente, prova disto é o gráfico mostrado a seguir do ano de 2004, realizado a partir do software HIDRO [6], onde pôde se chegar ao gráfico de chuvas mensais em Itaperuna. Nota-se a partir do gráfico que existe um período de, praticamente, estiagem e um período com muita chuva.

Ainda com relação à precipitação, na Figura 9 tem-se a comparação alguns números mostrando que Itaperuna possui uma precipitação máxima maior que os demais, e a mínima menor mostrando uma variação na sua precipitação.

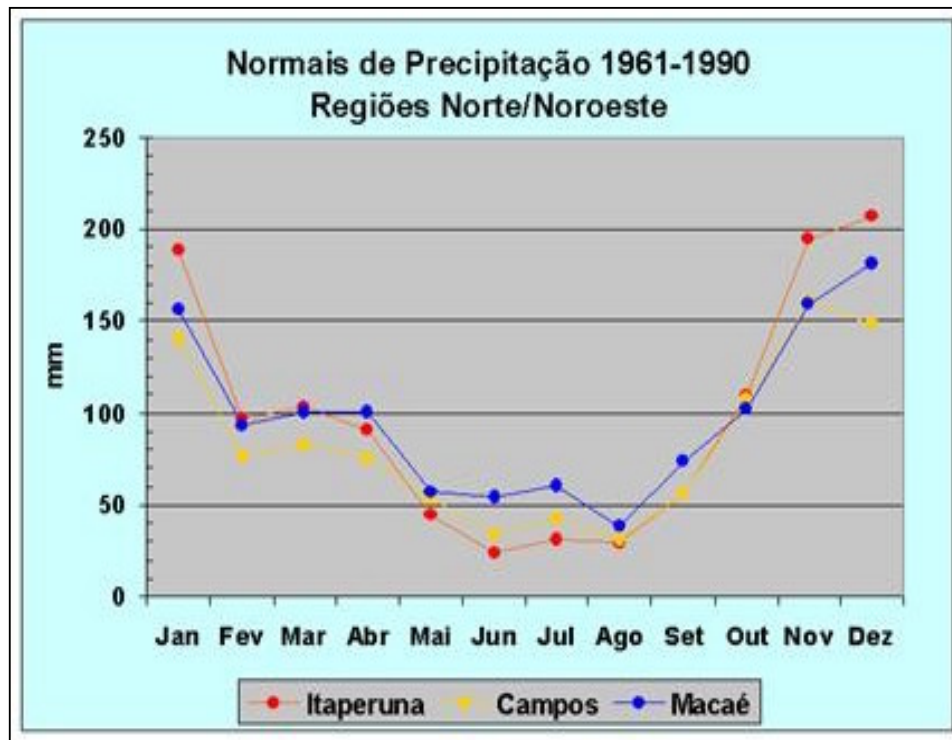


Figura 9: Gráfico comparativo da precipitação de 3 Municípios

4.5 HIDROGRAFIA

A rede de drenagem do Município tem como principal rio o Muriaé (Figura 10). O rio Muriaé é o afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul localizado mais a jusante e nasce da confluência dos ribeirões Samambaia e Bonsucesso, nas proximidades da cidade de Mirai, no estado de Minas Gerais. No trecho mineiro, a bacia do rio Muriaé drena diversos núcleos urbanos destacando-se, Muriaé e Carangola.

Em território fluminense, Itaperuna é a cidade de maior porte às margens do rio Muriaé é, o qual corta a cidade seguindo direção aproximada oeste-leste. De sua nascente até a foz no rio Paraíba do Sul, o rio Muriaé possui cerca de 300 Km de extensão, drenando uma área de 8.230 Km². Seus principais afluentes são o Rio Glória no território mineiro e o Carangola, já no Estado do Rio de Janeiro. O Muriaé, afluente da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, possui sua nascente no Estado de Minas Gerais e, ao atravessar o Município, em direção à sua confluência com o Rio Paraíba do Sul, praticamente divide-o em sua porção central, no sentido Oeste-leste. Dos tributários da margem esquerda, o Carangola é o da maior importância, entretanto, há o

ribeirão da Fumaça, o valão do Bambuí e córrego Boa Ventura. Na margem direita, merecem atenção os ribeirões do Salgado, Limoeiro e Cubatão.

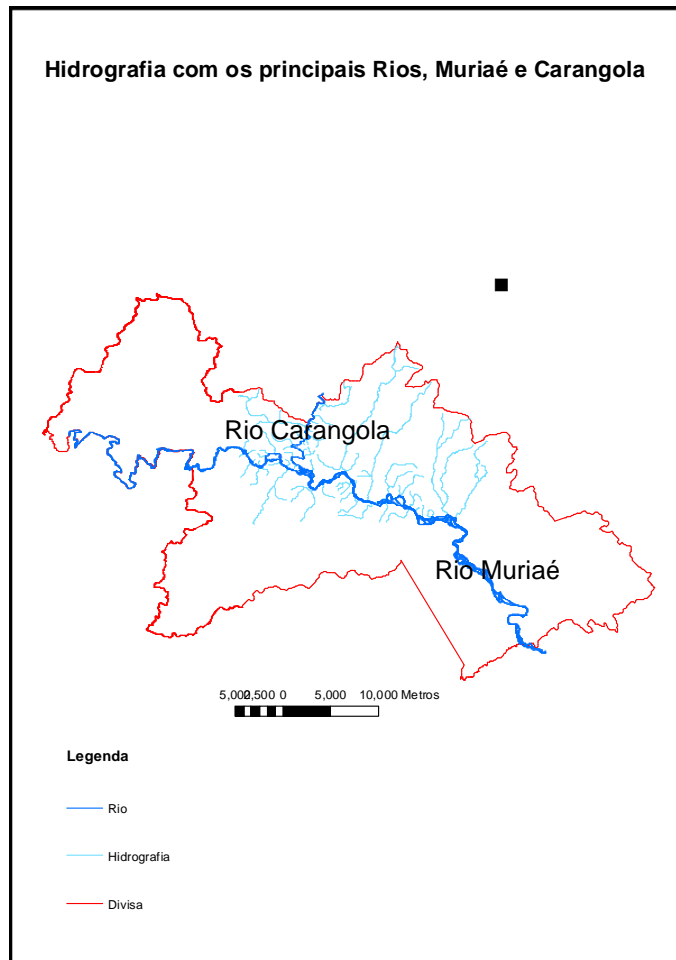


Figura 10: Hidrografia com os principais rios, o Muriaé e Carangola

4.6 GEOLOGIA

Aqui se pretende fazer uma breve discussão a respeito da Geologia do Município de Itaperuna, onde serão citados estudos em termos regionais, a partir das cartas geológicas do Estado do Rio de Janeiro na escala 1:50.000.

A área deste estudo, (Figura 11), abrange as folhas de Itaperuna (SF-24-G-I-1), (DRM-RJ, 1981) na escala de 1:50.000, do projeto carta geológica do Estado do Rio de Janeiro. Também são encontradas na folhas São João do Paraíso, Bom Jesus do Itabapoana e Italva, todas em escala regional de 1:50.000.

São encontradas unidades geológicas do Pré Cambriano e do Quaternário. As unidades predominantes são: rochas Gnáissicas, Migmatíticas e Granulíticas.

A área de estudo é constituída essencialmente de granulitos, rocha calcissilicáticas, mais raramente, quartzitos e mármore. Em menor proporção na área de interesse, são encontradas: Granito; gnaisses e migmatitos.

Os Depósitos Colúvio-Aluvionares constituem-se essencialmente de cascalhos, areias e lamas resultantes da ação de processos de fluxos gravitacionais e aluviais de transporte de material de alteração das vertentes.

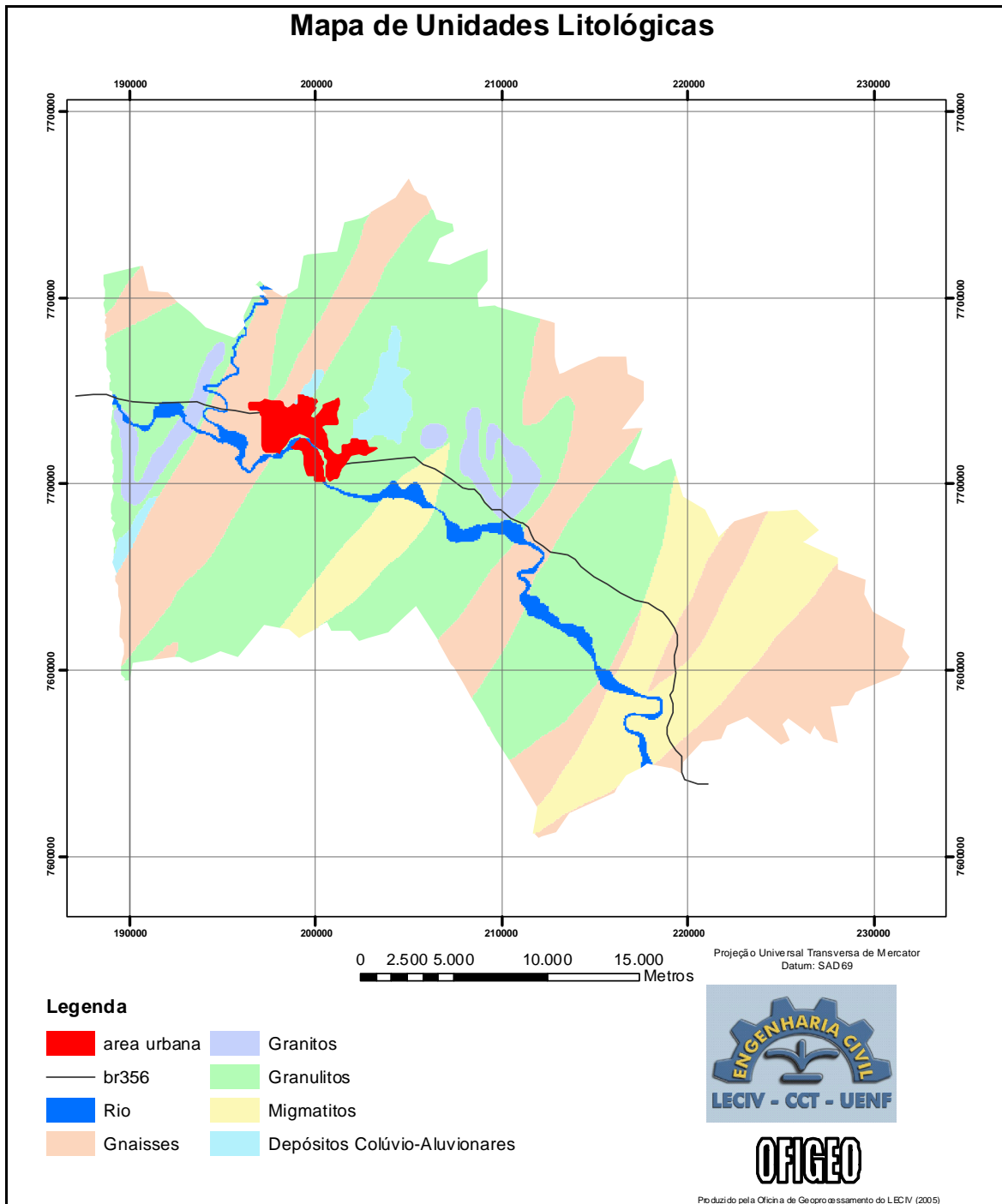


Figura 11: Mapa das Unidades Litológicas

Fonte: Modificado CPRM (2001)

4.7 GEOMORFOLOGIA

O Município de Itaperuna encontra-se dentro da unidade geomorfológica de Bom Jesus do Itabapoana e da Unidade Morfoescultural Planícies fluvio marinhas (Baixadas).

4.7.1 Unidade Geomorfológica Maciço de Bom Jesus de Itabapoana

Consiste em um maciço montanhoso isolado no interior do domínio colinoso do Norte-noroeste Fluminense. Situa-se próximo ao alinhamento serrano de Santo Eduardo e à planície aluvial do rio Itabapoana e tributários, um pouco a jusante da cidade de Bom Jesus do Itabapoana. Atua como uma zona dispersora de águas entre as bacias dos rios Muriaé e Itabapoana. Apresenta-se dissecado em cristas de direções variadas, mas com padrão predominante SW-NE.

A unidade apresenta um alto potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão e movimentos de massa, promovidos pela retirada de praticamente toda a cobertura florestal remanescente no maciço, como verificado em campo.

4.7.2 Unidade Morfoescultural Planícies Fluvio marinhas (Baixadas)

Essa unidade morfoescultural compreende um conjunto de baixadas aluviais e planícies, que apresentam um alto potencial de vulnerabilidade a eventos de inundação nas baixadas aluviais.

Segundo (itaperunaonline, 2005), a morfologia é influenciada pelos processos erosivos comandados pela rede de drenagem local que desgastaram gradativamente o terreno, originando vales encaixados nas linhas de falhas, morros rebaixados e arredondados e baixadas, ora largas, ora estreitas. Nesse sistema morfogenético, o município de Itaperuna caracteriza-se por um relevo ondulado, com ausência de escarpas íngremes e vales em constante aprofundamento e alargamento, embora em áreas de pequeno declive.

A área apresenta as unidades geomorfológicas (Figura 12), que serão descritas a seguir, com base nos dados CPRM (2001).

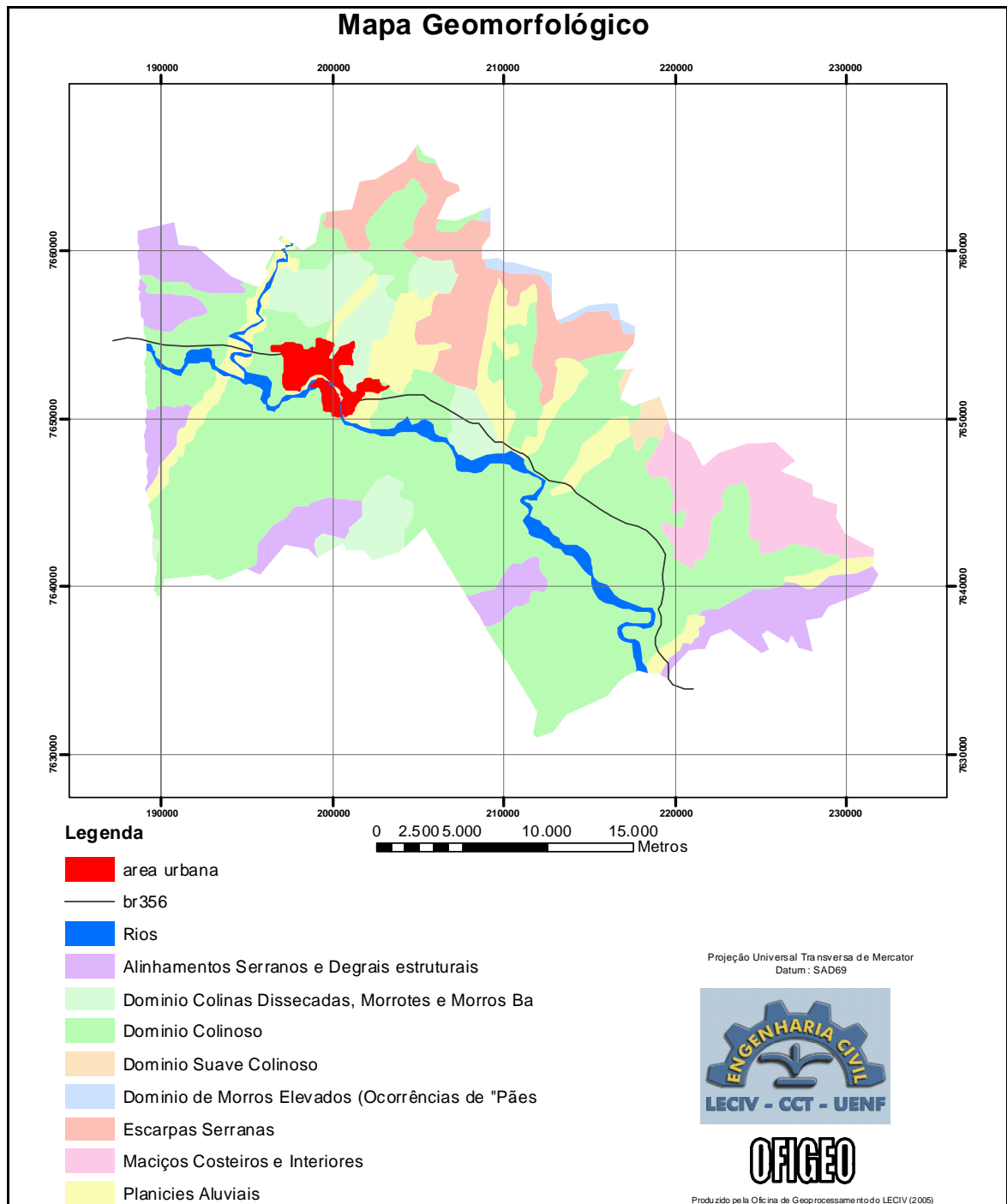


Figura 12: Mapa Geomorfológico Modificado CPRM (2001)

4.7.3 Planícies Aluviais

Compreende as Planícies de Inundação, Terraços Fluviais e Leques Alúvio-Coluviais.



Figura 13: Fotos de planícies aluviais no Município

Superfícies subhorizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos canais-tronco.

As planícies aluviais abrange regiões de baixadas, (Figura 13) que estão localizadas ao longo do Município, em geral com o lençol freático alto. Segundo informações de funcionários da prefeitura o lençol está a aproximadamente 1, 5m da superfície.

4.7.4 Domínio Suave Colinoso

Relevo de colinas muito pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos arredondados ou alongados, com expressiva sedimentação de colúvios e alúvios. Ocorrência subordinada de morrotes alinhados. Densidade de drenagem baixa a média com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 50m e gradientes muito suaves.

4.7.5 Domínio Colinoso (zona típica do domínio de "mar de morros")

Relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou alongados, com sedimentação de colúvios e alúvios, (Figura 14). Ocorrência subordinada de morrotes alinhados e morros baixos. Densidade de drenagem média com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 100m e gradientes suaves.



Figura 14: Foto de um domínio colinoso

4.7.6 Domínio de Colinas Dissecadas, Morrotes e Morros Baixos.

Relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados e/ou alongados e de morrotes e morros dissecados, com vertentes retilíneas e côncavas e topos aguçados ou alinhados, com sedimentação de colúvios e alúvios. Densidade de drenagem média a alta com padrão de drenagem variável, de

dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas entre 100 e 200m e gradientes suaves a médios.

Nestas áreas foram verificados em campo a existência de afloramento rochoso, solo residual jovem pouco espesso, e blocos com esfoliação esferoidal e pouco depósito de tálus.

Estão mais localizadas ao norte do Município nas mediações onde encontra-se a estátua do “cristo”.

4.7.7 Domínio de Morros Elevados, (com ocorrência de "Pães-de-Açúcar")

Relevo de morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados, com sedimentação de colúvios, alúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus. Presença de ocorrência de compartimentos colinosos em seções alveolares nos vales principais. Densidade de drenagem média a alta com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas entre 200 e 400m e gradientes médios, com presença de formas residuais proeminentes e gradientes elevados, (Figura 15).



Figura 15: Fotos de área de baixada e morros elevados

4.7.8 Alinhamentos Serranos e Degraus Estruturais

Relevo de patamares litoestruturais, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados, que se destacam topograficamente do domínio colinoso. Densidade de drenagem alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico. Predomínio de amplitudes topográficas entre 300 e 700m e gradientes médios a elevados, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha.

4.7.9 Maciços Costeiros e Interiores

Relevo montanhoso, extremamente acidentado, localizado em meio ao domínio das baixadas e planícies costeiras, ou em meio ao domínio colinoso, no caso dos maciços interiores. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados. Densidade de drenagem alta a muito alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico, geralmente centrífugo. Predomínio de amplitudes topográficas superiores a 300m e gradientes muito elevados, com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha.

São os solos rasos com afloramento de rochas, verificado em campo, apresenta a mesma característica da morfologia anterior.

4.7.10 Escarpas Serranas

Relevo montanhoso, extremamente acidentado, transicional entre dois sistemas de relevo. Vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados. Densidade de drenagem muito alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico, ou treliça a retangular. Predomínio de amplitudes topográficas superiores a 500m e gradientes muito elevados com ocorrência de colúvios e depósitos de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha (Figura 16).

Parecido também com a morfologia anterior, estes apresentam solos rasos com afloramento rochoso, com pouco colúvio, compreende as áreas localizadas mais ao nordeste do Município.



Figura 16: Foto de domínio serrano ao fundo

4.8 PEDOLOGIA

O Município tem como principais tipos de solo as associações de latossolo alaranjado, latossolo vermelho, argissolo vermelho amarelo, argissolo vermelho escuro. Estes solos ocorrem nas áreas de mar de morros, a norte, e na porção meridional em região de relevo ondulado. Nas planícies aluviais intermontanas encontram-se os solos hidromórficos, gleissolo pouco drenados e lençol freático sub-superficial. A retirada da cobertura vegetal primitiva e práticas agrícolas inadequadas têm provocado um processo contínuo de erosão, (itaperunaonline, 2005).

Na Figura 17 têm-se as diferentes unidades pedológicas para a área de estudo, que foram baseadas na classificação atual de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa, (1999).

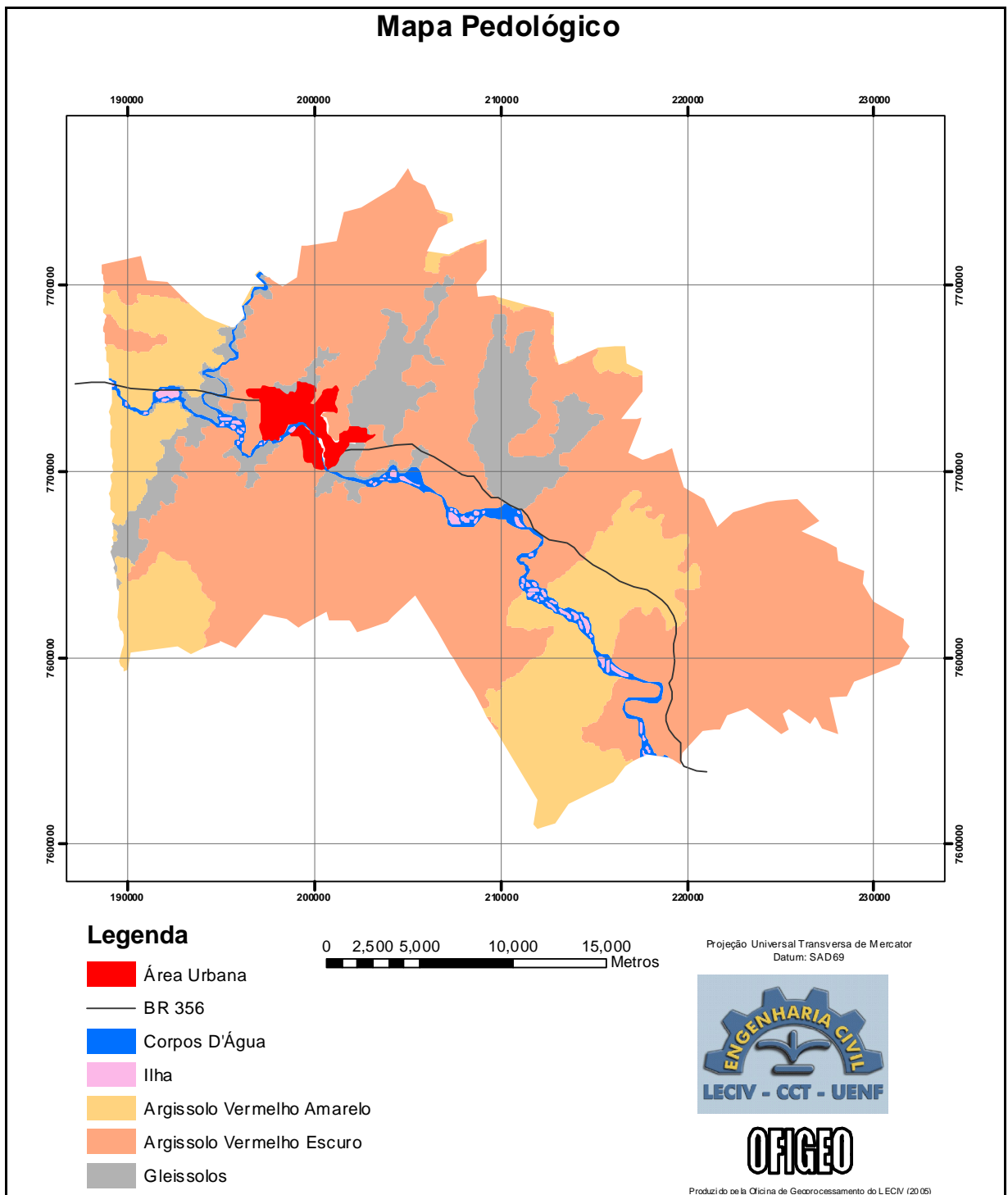


Figura 17: Mapa pedológico da área de estudo
Fonte: CPRM (2001)

Nas regiões planas, ou seja, áreas de baixada, foram identificadas áreas de Gleissolo.

Nas regiões de relevo suave ondulado a montanhoso e elevadas de domínio colinoso, foram identificados os Argissolos Vermelho-Amarelo.

Os Argissolos Vermelho-escuro ocorrem em maiores proporções no Município; sendo de profundidades em geral baixa. Apresenta relevo montanhoso e forte ondulado, correspondentes às serras e bordas de superfícies elevadas quase invariavelmente de caráter eutrófico, encontram-se em geral associados a Argissolos Vermelho-Amarelos.

4.8.1 Argissolo Vermelho-Escuro

Essa classe compreende solos com horizonte B textural de coloração avermelhada, Ocorrem em áreas bastante expressivas, no Noroeste Fluminense. Os argissolos vermelho escuro (Figura 18) são os solos dominantes nas áreas de relevo montanhoso e forte ondulado dessa região, correspondentes às serras e bordas de superfícies elevadas. Quase invariavelmente de caráter eutrófico, encontram-se em geral associados a argissolos vermelho-amarelos, sob vegetação predominante de floresta sub caducifólia. Apesar da boa fertilidade natural que apresentam, são muito pouco utilizados com agricultura, sendo o uso com pastagem generalizado.



Figura 18: Foto de argissolo vermelho-escuro

4.8.2 Argissolo Vermelho-Amarelo

Os argissolo vermelho-amarelo (Figura 19) distinguem-se dos argissolos vermelho-escuros pela coloração mais amarelada. Apresentam grande expressão espacial no estado, ocorrendo em relevo que varia de suave ondulado a montanhoso. É comum a presença de solos com características intermediárias com latossolos, com os quais se encontram freqüentemente associados. Nessas áreas apresentam, geralmente, caráter distrófico ou álico e perfis bastante espessos. Quando eutróficos, tendem a ser mais rasos. São predominantemente cauliníticos, com argila de baixa atividade, geralmente bem drenados, de textura média/argilosa ou média/muito argilosa. Merece destaque a freqüente ocorrência de solos com caráter abrupto nas áreas rebaixadas de relevo suave, embora tal característica não seja exclusiva dessa fisiografia.



Figura 19: Foto de um solo argissolo vermelho-amarelo

4.8.3 Gleissolos

Compreende solos minerais, hidromórficos. São solos relativamente recentes, pouco evoluídos, e originados de sedimentos de idade Quaternária, apresentando, portanto, grande variabilidade espacial. São subdivididos de acordo com o tipo de horizonte superficial. Na área estudada, ocorrem as classes descritas a seguir.

4.8.4 Gley Húmico

Os solos dessa classe distinguem-se por apresentar horizonte superficial mais desenvolvido, do tipo A chernozêmico, proeminente ou húmico, ou ainda horizonte turfoso. São solos em geral mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano, e seqüência de horizontes do tipo A-Cg ou H-Cg. Ocorrem em áreas de várzea, distribuídas por todo o estado, mas principalmente nas grandes baixadas, que se estendem dos contrafortes da Serra do Mar até o litoral. Originalmente, esses solos encontravam-se recobertos por vegetação de campo ou floresta de várzea, hoje preservados apenas em poucos locais. Atualmente, são

utilizados principalmente com pastagens e alguma olericultura em áreas menores. Apresentam características bastante diversificadas, com ocorrência de solos distróficos, eutróficos ou mesmo álicos, e argilas de baixa ou alta atividade. A composição textural é também bastante variada, em razão da própria natureza dos sedimentos dos quais se desenvolvem.

4.8.5 Gley Pouco Húmico

Os solos gley (Figura 20), são solos muito semelhantes aos gleys húmicos, dos quais se diferenciam por apresentarem horizonte superficial menos desenvolvido, do tipo A moderado, com uma tendência geral a encontrarem-se em áreas relativamente menos encharcadas, mas ainda com fortes restrições de drenagem.



Figura 20: Foto solo gley

4.9 ASPECTOS AMBIENTAIS E DE INFRA-ESTRUTURA

De acordo com dados apresentados pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro – TCE (2005), e visitas técnicas de campo além de contatos com a Secretaria de Obras da Prefeitura e Secretaria do Meio Ambiente, têm-se que o Município de Itaperuna apresenta os seguintes dados relacionados a abastecimento de água, esgotamento sanitário, disposição do lixo, inundações e escorregamento.

Quanto ao abastecimento de água, cerca de 87% dos domicílios do Município tem acesso à rede geral de abastecimento de água pela companhia (CEDAE); a água é retirada do Rio Muriaé, 10,6% com acesso à água através de poço ou nascente e 2,2% têm outra forma de acesso à mesma. O total distribuído alcança 27 911 m³/dia, dos quais a totalidade passa por tratamento convencional. Existem alguns poços artesianos ou semiperfurados, como na fábrica de óculos com profundidade de 86m, e no Hospital São José do Havaí com profundidade de 72m.

Já no esgotamento sanitário, aproximadamente 82% possuem esgoto sanitário, outros 3,2% têm fossa séptica, 2,9% utilizam fossa rudimentar, 7,8% estão ligados a uma vala, e 3,0% são lançados diretamente em um corpo receptor (rio, lagoa). O esgoto coletado não passa por tratamento e é lançado no rio Muriaé e nos afluentes.

No tocante à disposição do lixo, tem-se que em 87% das residências existe a coleta, outros 1,1% têm seu lixo jogado em terreno baldio ou logradouro, e 11,6% o queimam. O total de resíduos sólidos coletados somava 60 toneladas por dia, cujo destino era 6 vazadouros a céu aberto (lixões) e 1 aterro controlado. Segundo informações dos funcionários da Secretaria de Obras, o lixo é disposto ao “céu aberto” (“lixão”), (Figura 21), confirmado em visitas de campo encontra-se nos Bairros de Vinhosa e Coronel Luiz Ferraz. Segundo a Prefeitura existe um projeto para construção de aterro sanitário e tratamento do lixo coletado.



Figura 21: Foto da disposição do lixo no Município

Pode-se notar que tanto o esgoto sanitário quanto o lixo, o município não apresenta nenhum tipo de tratamento pós-coleta.

O rio Muriaé apresenta diversos problemas com relação a épocas de chuva, e algumas das possíveis causas são explicadas por moradores. Segundo estes o rio apresentava uma “calda” bem maior a algum tempo, porém com o processo de urbanização que houve em suas margens e colocação de aterros para futuras construções, com isso em épocas chuvosas não há para onde a água se escoar, pois onde era o seu caminho natural ocorrem construções. Ainda, segundo os técnicos da Prefeitura, o leito do rio apresenta uma pequena declividade, em cerca de 150m de comprimento e apresenta uma diferença de nível de apenas 30cm.

Existe no Município 3 cemitérios: o cemitério Vale das Orquídeas (Figura 22), que encontra-se na saída do Município, no sentido Itaperuna-Campos, o São Jose do Havai e São João Batista.



Figura 22: Foto do cemitério Vale das Orquídeas

Problemas relacionados a inundações ocorrem no município, (Figura 23) em que pode ser observado as áreas inundáveis que ocorrem principalmente às margens do Rio Muriaé, Nos bairros Vinhosa, Cehab e no Centro.



Figura 23: Fotos de inundações ao longo do Rio Muriaé

Focos de escorregamento pode ser encontrados também nos bairros de Vinhosa e Cehab, onde já houve um estudo específico realizado por Pinto (2002).

5 Metodologia

A metodologia adotada teve como base ou inspiração experiências anteriores, como o Diagnóstico Ambiental e Mapeamento Geológico-Geotécnico da região Oceânica de Niterói e Maricá realizado por Alves (2000), Suscetibilidade a Escorregamento de Itaperuna, Pinto (2002), elaboração de documentos cartográficos como subsídio ao processo de Zoneamento Ambiental, realizado por Corrêa (2003), entre outros.

A metodologia utilizada neste trabalho foi dividida em diversas etapas, com a finalidade de alcançar o objetivo proposto.

5.1 CRIAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADOS

Criar um banco de dados digital e georreferenciado tornou-se possível, principalmente, através de bases de dados digitais de projetos e instituições públicas como a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), o Departamento de Recursos Minerais (DRM) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Todos estes dados foram analisados e editados para a área de interesse.

5.1.1 Obtenção do Banco de Dados

5.1.1.1 Dados Temáticos

5.1.1.1.1 Solos ou Pedologia

Base de dados na escala 1:250.000, utilizada no Projeto Rio de Janeiro em 2001, pela CPRM e DRM para a confecção do Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro.

5.1.1.1.2 Geologia

Base de dados do DRM (2001) se encontrava na escala regional, de onde foi extraída a parte do Município de Itaperuna.

5.1.1.1.3 Geomorfologia

Base de dados na escala 1:250.000, utilizada no Projeto Rio de Janeiro em 2001, pelo CPRM e DRM para a confecção do Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro

5.1.1.2 Dados Cadastrais

5.1.1.2.1 Curvas de nível (Hipsometria)

Os dados referentes à hipsometria foram obtidos das cartas topográficas junto ao IBGE na escala de 1:50.000 com equidistância vertical de 20m;

5.1.1.2.2 Limite Municipal

A base de dados na escala 1:50.000 foi obtida no IBGE, mas a área escolhida para estudo é uma porção do Município que contem todo o perímetro urbano, de Itaperuna e o seu entorno, onde os problemas efetivamente ocorrem devido a ação antrópica, como o uso inadequado do solo.

5.1.1.3 Imagem de Satélite

Utilizou-se Imagem Landsat – ETM 7: cena de 1999 (órbita 216, ponto 75) obtida junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

5.1.1.4 Fotografias

Todas as imagens fotográficas contidas neste volume de dissertação são de minha autoria.

5.1.2 Tratamento dos Dados

Os dados obtidos foram colocados em uma mesma base cartográfica com um sistema de referência apropriado, pois encontravam-se em diferentes formatos.

Para delimitar a área de estudo, foi recortada uma gleba em torno do perímetro urbano do Município, acompanhando as principais bacias de contribuição do Município exceto a região ao oeste da área urbana.

A partir do limite escolhido, o próximo passo foi recortar todos os planos de informações deixando-os na mesma dimensão.

O primeiro mapa a ser confeccionado no ArcView foi o Pedológico, que originalmente encontrava-se sob a forma de vários polígonos com apenas um identificador numeral, ou seja, cada gleba de solo estava identificada por um número e não por um nome. Então, realizou-se a identificação visual e com ajuda de visita de campo, os polígonos foram classificados.

O Mapa de Unidades litológicas foi adquirido da mesma forma que o Pedológico, tendo passado pelo mesmo tratamento.

O Mapa Geomorfológico foi modificado no Software Auto-Cad, onde foi realizado o georeferenciamento e a vetorização de cada polígono; em seguida o mapa foi importado pelo ArcView com o que se fez a classificação dos temas de acordo com a fonte.

5.2 TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo consistiu do levantamento das unidades geológico-geotécnicas e dos problemas ambientais encontrados na área de estudo. Uma das dificuldades encontradas foi quanto à localização da área de estudo, por ser uma região um pouco distante, e com poucos estudos realizados.

Durante o mapeamento foi realizado o reconhecimento e identificação das

diferentes Unidades Geológica–Geotécnicas, onde foram considerados, afloramento rochoso, solos residuais, depósitos de vertente, depósitos aluviais etc. Como componentes básicos do ambiente geológico, geomorfológico e pedológico. Essas unidades foram visitadas e descritas de acordo com suas características conforme mostrado na tabela no anexo II.

Para a realização do trabalho de campo contou-se com o auxílio do aparelho GPS modelo GeoExplorer III da marca Trimble. Seu uso foi de importância notável para a coleta das coordenadas de pontos de interesse, afim de relacioná-los com os dados de mapas elaborados a partir de diversas bases de dados.

Também foram realizadas visitas às secretarias de obras e meio ambiente do município, de onde obtive informações relevantes para o conhecimento do meio físico da área.

5.3 MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

Para a elaboração deste, foram utilizados os mapas geomorfológico, geológico e pedológico. Esses planos de informação foram cruzados, obtendo-se diversas unidades para a área. Como o numero de classes era muito grande, foi realizada uma reclassificação com base em informações obtidas por meio de visitas técnicas de campo. Com os resultados de campo, foi possível agrupar os itens gerando um Mapa de Unidades Geológico-Geotécnicas de acordo com o conhecimento teórico sobre o mesmo.

5.4 MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT)

Inicialmente foi realizado um mosaico com as cartas obtidas no IBGE que abrangem a área de estudo, são elas: Itaperuna, São João do Paraíso, Italva e Bom Jesus do Itabapoana.

Quando as cartas hipsométricas são adquiridas do IBGE as mesmas vêm cotadas, mas este atributo não permanece ao serem manipuladas em outro programa. Por isso, estas cartas tiveram de ser cotadas. Em seguida elas tiveram que ser

editadas, pois não se encontravam unidas. Esta fase do trabalho mostrou-se morosa, pois a conexão entre curvas de cotas diferentes poderia acarretar em inconsistência travando o interpolador. Em alguns pontos do mosaico formado pelas curvas, precisou-se redesenhá-las a fim de que se conectassem com a curva de mesma cota que se encontrava noutra carta. Uma a uma, as curvas foram ligadas, chegando-se a um único bloco de curvas perfeitamente conectadas sob a forma de mosaico, aumentando a precisão do modelo final, além de converter todas as curvas para um só arquivo. Esta etapa do trabalho mostrou-se como a mais demorada e a que gerou os dados imprescindíveis para a análise e compreensão do meio físico.

O bloco de curvas nível cotadas foram tratados, analisados no ArcMap, modo 3D Analyst, opção Create TIN from Features gerando assim o modelo digital de terreno.

5.5 MAPA DE POTENCIAL DE USO DO SOLO

Das metodologias utilizadas para a elaboração de mapas de uso pode se notar que a grande maioria consiste no cruzamento de mapas ou níveis diferentes de informação, como mapas de drenagem, geológico, geomorfológico, pedológicos, Geológico-Geotécnico e de declividade do terreno.

Neste trabalho para a criação do Mapa de Potencial de Uso do Solo, foram utilizado o Mapa de Unidades Geológico-Geotecnico e de Declividades.

A partir da criação do Mapa das Unidades Geológico-Geotécnicas efetuou-se o cruzamento deste com o Mapa de Declividades resultando em um Mapa de Potencial de Uso do Solo com diversas classes. Fez se a reclassificação deste, gerando um mapa final, de acordo com a legislação, critérios e metodologias adotadas, gerando por fim, 04 classes: Urbanizáveis, Urbanizáveis com Restrições, Não Urbanizáveis e Área de Preservação (Não Recomendável para urbanização).

5.6 MAPA DE SUSCETIBILIDADE DOS SOLOS À EROSÃO LAMINAR

Para a elaboração do Mapa de Suscetibilidade dos Solos à Erosão Laminar, as classes de solo foram agrupadas de acordo com sua erodibilidade, como descrito por

Bertoni & Lombardi Neto (1990), que classificaram os solos, segundo sua erodibilidade, em cinco classes criando o Mapa de Erodibilidade. Este foi cruzado com o Mapa de Declividades.

5.6.1 Mapa de Erodibilidade

O primeiro passo foi a reclassificação do Mapa Pedológico da área de estudo, baseado nos índices relativos de erodibilidade dos solos, criando um mapa com 4 classes de erodibilidade, (Tabela 4), onde a classe I é a mais erodível, como mostrado na tabela abaixo:

Tabela 4 - Classes de Erodibilidade Para as Unidades Pedológicas da Área de Estudo

Classes de erodibilidade	Unidades Pedológicas
I	Neossolo Litólico Cambissolo Álico Argissolo Vermelho-Escuro
II	Argissolo Vermelho-Amarelo
IV	Cambissolo Eutrófico Latosolo Vermelho -Amarelo
V	Neossolo Flúvico Gleissolo Organossolo Espodossolo

Fonte: Bertoni & Lombardi Neto (1990)

5.6.2 Mapa de Declividades

O Mapa de Declividades foi derivado do MDT. Dentro do programa ArcInfo 9.0, no módulo 3D Analyst, Surface Analysis, foi escolhida a opção Slope, gerando assim um mapa com a declividade em porcentagem. Essas classes foram separadas em quatro intervalos distintos da seguinte forma: 0 – 8, 8 – 30, 30 – 60 e maior que 60%.

Na etapa seguinte foram cruzadas as cartas de declividade e erodibilidade gerando o Mapa de Suscetibilidade dos Solos à Erosão Laminar, que é uma importante

informação para o planejamento agrícola.

O método para criação desta carta baseia-se no cruzamento matricial do Mapa de Erodibilidade dos solos com o Mapa de Declividades, relacionando assim quatro classes de declividades com quatro classes de erodibilidade, segundo a Tabela 5.

Tabela 5 - Matriz de Decisão Adotada na Definição das Classes de Suscetibilidade à Erosão Laminar

Erodibilidade	Declividade (%)			
	0 – 8	8 – 30	30 –60	> 60
I	M	A	MA	MA
II	M	M	A	MA
IV	B	B	B	M
V	NS	NS	NS	NS

Nota:

MA = muito alta suscetibilidade;

A = alta suscetibilidade;

M = media suscetibilidade;

B = baixa suscetibilidade;

NS = baixa a não suscetível á erosão.

A partir da Tabela 5, reclassificou-se o resultado do cruzamento, criando, dessa forma, o Mapa de Suscetibilidade à Erosão Laminar.

5.7 SUSCETIBILIDADE DOS SOLOS A ESCORREGAMENTO

A metodologia utilizada na elaboração do Mapa de Suscetibilidade ao Escorregamento teve como base outras metodologias utilizada encontradas em livros anais de congressos, cujos autores vêm se preocupando em confeccionar mapas de risco como Seeley e West (1990) e Xavier et al. (1996), e Oliveira *et al* (2005), que realizam combinações entre mapas a que de atribuem pesos de acordo com a sua suscetibilidade à ocorrência ao escorregamento e ainda são rotuladas notas para as classes em cada mapa específico, a que também se atribuem pesos de acordo com sua suscetibilidade à ocorrência de escorregamento.

O Mapa de Declividade foi considerado o principal fator no estudo de

suscetibilidade, tendo como base o trabalho desenvolvido por Pinto (2002) para a região, que consistiu numa pesquisa junto aos especialistas em que cada um opinou sobre que peso cada um dos fatores teria. O plano de informação declividade foi cruzado com o Mapa de Unidades Geológico-Geotécnicas, sendo para este ultimo dado um peso menor.

Existem diversos outros fatores que tem grande importância quanto ao estudo de escorregamento, como a cobertura vegetal, necessidade de um levantamento mais detalhados, entre outros.

Depois de realizados os cruzamentos dos dados foi possível identificar o grau de suscetibilidade para cada unidade do terreno, em que foi separado 3 classes distintas: Baixa Suscetibilidade, Média Suscetibilidade e Alta Suscetibilidade.

5.8 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Nas observações de campo e revisões temáticas para o reconhecimento dos problemas ambientais foram considerados os seguintes aspectos relacionados com o meio físico:

Observação de ravinas, erosão em diversos pontos do Município, a disposição de lixo em terrenos baldios sem o devido tratamento; o lançamento de esgoto no Rio Muriaé e seus afluentes sem nenhum tratamento; existência de edificações em áreas de morros e ao longo de áreas de preservação como ao lado do Rio Muriaé; e a necessidade de análise na área de baixada para conhecimento do grau de encharcamento dos solos e problemas associados.

6 RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos neste estudo, como Mapas de: Unidades Geológico-Geotécnicas, Potencial de Uso e Ocupação, Suscetibilidade à Erosão Laminar e ao Escorregamento.

6.1 MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICAS

A análise Geológico-Geotécnica da área a ser ocupada se mostra como uma fase inicial e indispensável para o planejamento da ocupação territorial, pois é a partir dessa análise que se determinam as condições viáveis para implantação de estradas, cortes e aterros, condições de fundações, áreas passíveis de inundação, áreas com suscetibilidade à erosão e escorregamento, entre outros fatores que estão ligados diretamente à ocupação territorial.

O Mapa de Unidades Geológico-Geotécnicas foi produzido com abordagem de componentes básicos do ambiente geológico, geomorfológico e pedológicos das áreas elevadas e de baixadas. Foram inseridas ainda informações extraídas a partir do tratamento digital de imagem de satélite Landsat TM bandas 3, 4 e 5 e em especial levantamento de campo.

A partir dos Mapas Geológico, Geomorfológico e Pedológico produziu-se um mapa preliminar contendo as Unidades Geológico-Geotécnicas da área de estudo.

Com os resultados de informações adicionais obtidas com visitas técnicas de campo, foi possível gerar o Mapa de Unidades Geológico-Geotécnicas, com unidades de baixadas e elevadas (Figura 24).

A fase de campo foi de extrema importância, pois a base de dados utilizada apresentava-se em escala regional e o levantamento pode aumentar o grau de confiabilidade do mapa produzido.

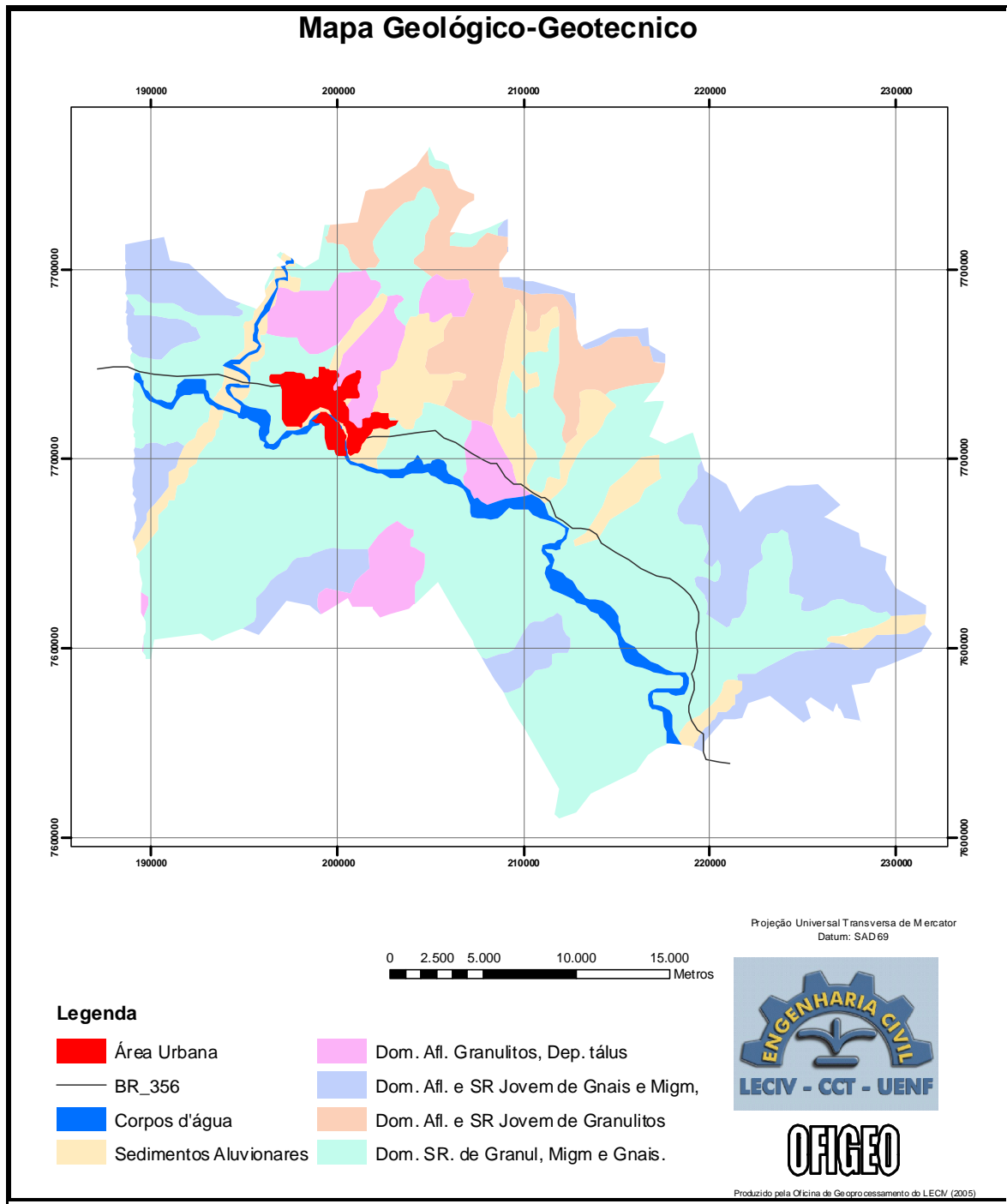


Figura 24: Mapa Geológico-Geotécnico

Os sedimentos aluvionares encontram-se nas unidades de baixada; já os domínios de afloramento de granulitos, depósito de tálus, solo residual de gnaiss migmatitos e granulitos encontram-se nas unidades elevadas, conforme descritas a seguir.

6.1.1 Unidades de Baixadas

As unidades de baixada são aquelas que estão confinadas em geral entre os domínios colinosos, serranos. São encontradas sedimentos aluvionares compostos de areia, cascalho, argila, que ocorre em diversos pontos do município, como por exemplo, ao longo do rio Muriaé, que é o principal da região e encaixado em vales. Ao longo dos corpos d'água e nas áreas de planície, predominam os solos do tipo Gley, que, em geral, são mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano.

6.1.2 Unidades Elevadas

Nestas unidades, distinguiram-se os afloramentos de rocha, as áreas cobertas por solos residuais e depósitos de tálus, baseando-se nos mapas de geomorfologia, geologia, pedologia e levantamentos de campo.

6.1.2.1 Afloramentos rochosos

Os afloramentos de rochas são compostos, em sua maioria, por granulitos, gnaisses, migmatitos e, em uma proporção menor, de granitos. Afloram em quase toda área mapeada, concentrando-se preferencialmente nos pontos com cotas mais elevadas e com maiores declividades.

Estes afloramentos encontram-se quase sempre localizados ao norte do Rio Muriaé, juntamente com solos residuais de pouquíssima profundidade, com lascas e blocos rochosos soltos ou semi engastados no maciço; em especial, ocorrem próximo a estátua do Cristo“, uma rocha intemperizada, apresentando blocos com esfoliação

esferoidal (Figura 25). Estes blocos apresentam perigo, pois podem se desprender a qualquer momento pela ação das chuvas que retiram o material fino.



Figura 25: Fotos de rocha intemperizada com blocos ainda presentes

Esta área é um importante ponto de atração turística, onde poderia ser criada uma Área de Proteção Ambiental (APA), o que contribuiria para a proteção do local e dos moradores que têm suas casas nas partes mais baixas da encosta (Figura 26).



Figura 26: Foto com casas nas partes baixas de uma encosta

6.1.2.2 Tálus - colúvio

Esta unidade pode ser descrita como um depósito heterogêneo (Figura 27), composto por blocos de rochas de diversos tamanhos e formas, depositados, em geral aos sopés das encostas. No caso da área mapeada em questão, os depósitos de tálus e os solos colúvies foram encontrados em pequena proporção nas encostas ou sopés das principais elevações. São caracterizados por suas heterogeneidade granulométrica e, no caso do tálus, também pela heterogeneidade litológica.



Figura 27: Foto de depósito de tálus

6.1.2.3 Solos residuais

Solos residuais são os solos que permanecem no local de decomposição da rocha que lhes deu origem; são formados a partir do intemperismo das rochas. Nesta unidade descreveram-se os solos residuais jovens de pouca espessura, associados a blocos *in situ*, a afloramentos de rochas e solos residuais de maior espessura associados a poucos afloramentos, provenientes do intemperismo das rochas — na maioria, granulitos e, em menor proporção, migmatitos e gnaisses.

Os solos da região mostram perfis controlados pela composição da rocha, pela xistosidade e planos de fratura. Na região é comum, solos de pouca espessura e rochas pouco alteradas, mostrando as suas estruturas bem preservada (Figura 28). Os cortes são feitos muitas vezes propiciando os movimentos de massa.



Figura 28: Foto com solo pouco espesso e rocha alterada com estruturas

Os solos de pouca espessura encontram-se nas regiões mais elevadas, ao norte do Rio Muriaé. Foram encontrados pequenas espessuras de solo residual que estão associadas a blocos in situ e afloramentos de rocha (Figura 29).



Figura 29: Foto de solo pouco espesso com afloramento rochoso

Os solos residuais de maior espessura (Figura 30) estão, em sua maioria, localizados ao sul do Rio Muriaé, cuja área apresenta ainda alguns vestígios de afloramentos, mas em proporção bem menor. Geralmente esses blocos oferecem melhores condições para utilização em construções, implementação de estradas, e outros afins.



Figura 30: Foto de solo residual espesso

6.2 MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT) E MAPA DE DECLIVIDADES

Conforme visto no capítulo 04, Caracterização da Área, a região estudada possui uma notável diversificação quanto a sua morfologia; apresenta um relevo bastante ondulado, mas com algumas áreas de baixada, mostrando assim uma certa complexidade em seu tratamento.

Em virtude dessa complexidade quanto ao comportamento do relevo, foi necessário que diversos cuidados fossem tomados na obtenção de amostras das curvas de nível afim de que representassem satisfatoriamente a região abordada de forma que mostrasse a realidade local.

O MDT gerado (Figura 31), apresenta as classes de elevação em metros (m), mostrando como é a topografia da região.

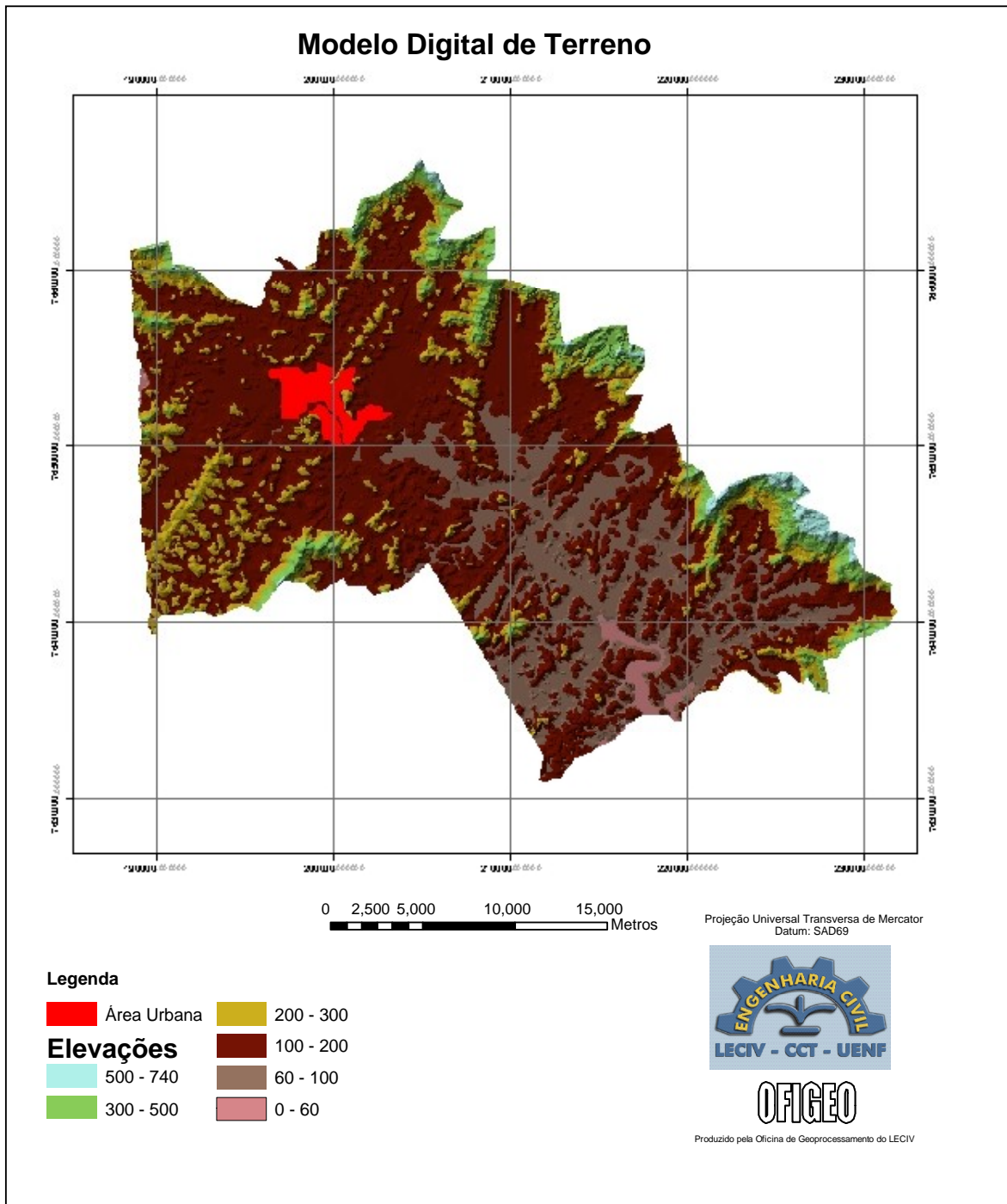


Figura 31: MDT da área de estudo

O Mapa de Declividade foi gerado a partir do MDT. Criaram-se classes de declividades diferenciadas, de acordo com a finalidade desejada.

As classes de declividade normalmente são subdivididas segundo critérios que se pretende representar - a forma de terreno, altura relativa das elevações -, com o objetivo principal de fornecer subsídios necessários ao desenvolvimento do trabalho.

As classes de declividades (Figura 32) foram utilizadas para gerar o Mapa de Potencial a Erosão Laminar sendo dividida em 4 classes distintas, segundo metodologia utilizada por Corrêa (2003), descrita no item 05, metodologia.

A seguir, descrevem-se as classes de declividades usadas para gerar o Mapa de Potencial de Uso e Ocupação do Solo, Suscetibilidade à Erosão e o Mapa de Potencial à Erosão Laminar.

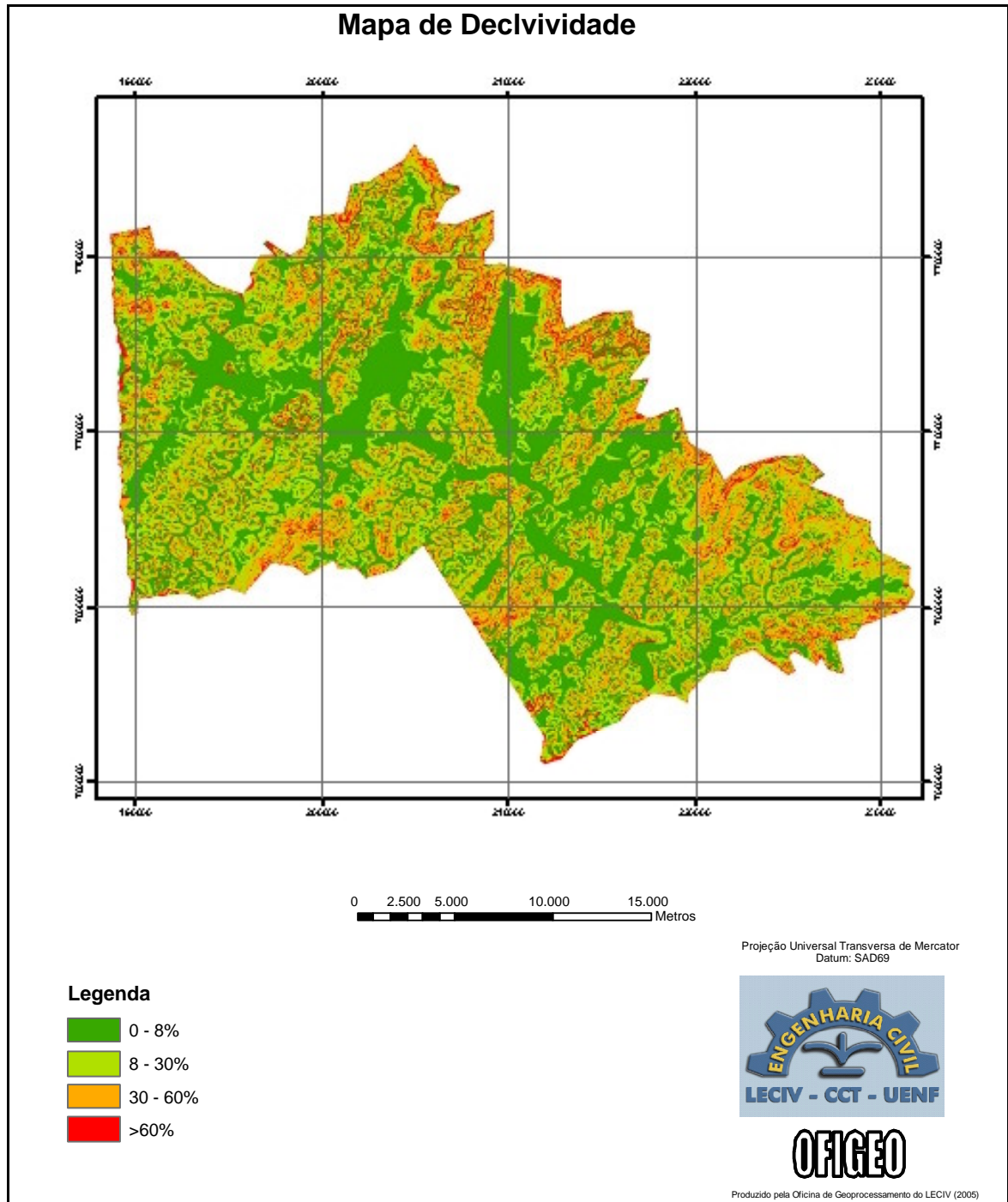


Figura 32: Mapa de Declividade em 4 classes

Para o Mapa de Potencial de Uso e Ocupação do Solo, distribuiu-se o Mapa de Declividade em 3 classes, segundo Alves (2000), e a lei de parcelamento do solo.

- 0 – 8%
- 8 -30%
- >30%

Para o Mapa de Potencial a Erosão Laminar, tem-se:

- Na Faixa de Declividade de 0 – 8%: domínio plano ou suave ondulado, ou seja, superfície de topografia horizontal ou pouco movimentada, onde os desnivelamentos são muito pequenos ou apresentando declives suaves;
- Entre 8 – 30% domínio ondulado, ou seja, superfície de topografia pouco movimentada constituída por conjunto de colinas apresentando declives moderados, ou formada por morros;
- Entre 30 – 60% domínio montanhoso, ou seja, superfície de topografia vigorosa com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes;
- Nas declividades maiores que 60% domínio escarpado, ou seja, superfície de topografia muito íngreme com vertentes de declives muito fortes.

Para o Mapa de Suscetibilidade a Escorregamento do Solo, dividiram-se as declividades em 4 classes distintas, segundo a metodologia apresentada por Nelson & Fernandes (2000):

- 0 – 10%;
- 10 – 20%;
- 20 – 30%;
- >30%

6.3 MAPA DE POTENCIAL E USO DO SOLO

O Mapa de Potencial de Uso do Solo (Figura 33), é uma importante informação no que se refere ao uso adequado do meio físico, com análise de suas restrições e potencialidades.

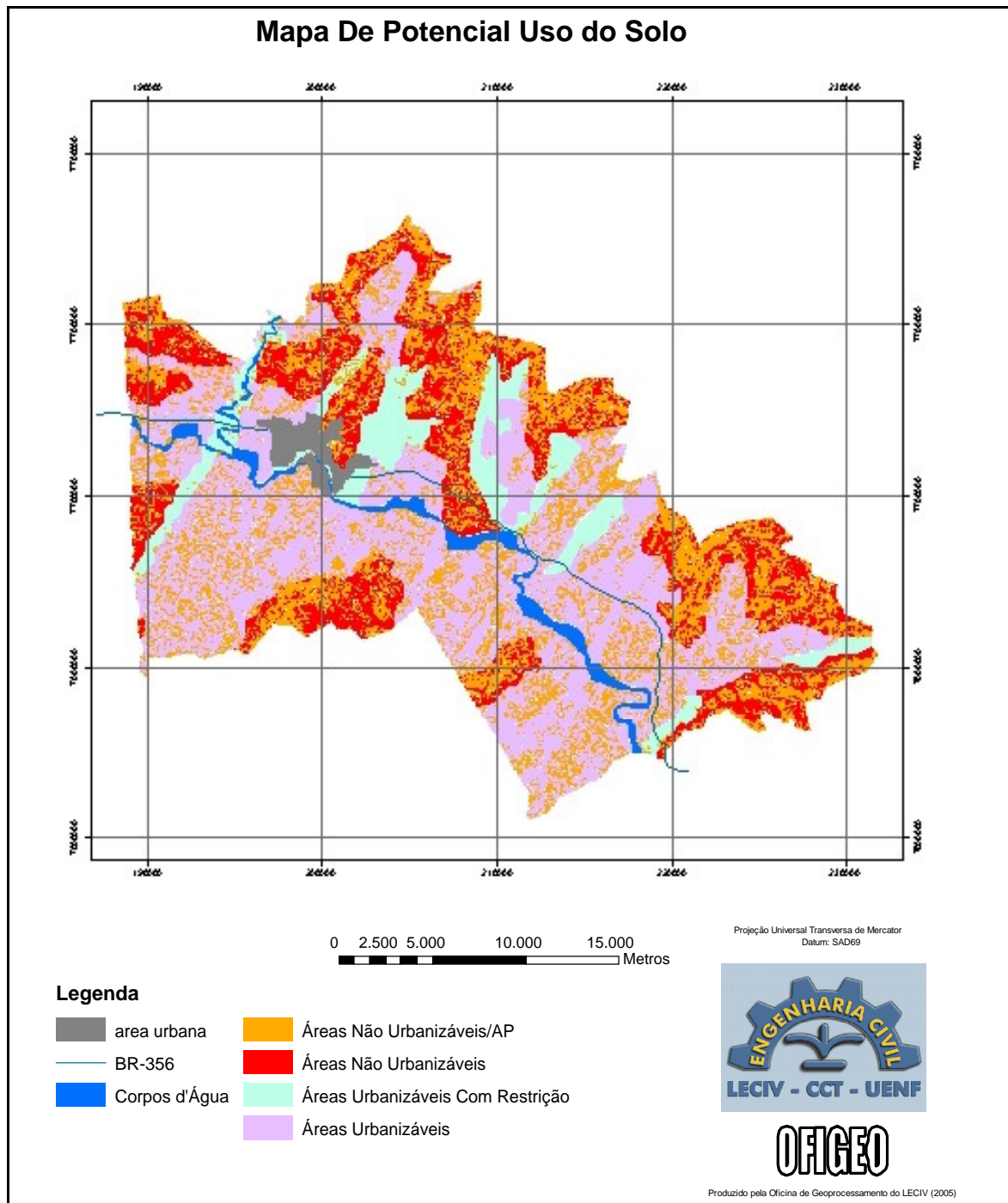


Figura 33: Mapa de Potencial de Uso do Solo

Realizaram-se visitas de campo para que a informação pudesse ser o mais confiável possível devido a escala da base de dados existente para o Município.

O Mapa de Potencial de Uso apresenta as varias possibilidades de uso do solo segundo suas características, sendo divididas em 4 classes, que são: Áreas urbanizáveis, Áreas urbanizáveis com restrições, Áreas não urbanizáveis e Áreas de preservação ou não recomendável para urbanização.

6.3.1 Áreas urbanizáveis

As áreas mapeadas como urbanizáveis são os solo residual com declividade de até 30%, desde que sua espessura seja suficiente para instalação de fossas sépticas, fundações e também não estejam sujeita a ação direta das escarpas rochosas e lascas de rochas. Estas áreas apresentam lençol freático mais profundo e boa capacidade para implantação do sistema de transporte.

Os principais problemas existentes nestas áreas são decorrentes da própria ação do homem, devido a má utilização do meio através de cortes e aterros mal executados para a realização de construções, em geral pelas comunidades mais carentes e ocupações irregulares como ao longo de rios.

6.3.2 Áreas urbanizáveis com restrições

Ocorre nas áreas de sedimentos aluvionares, pois em alguns casos é necessário a instalação de sistema de macrodrenagem. Estas áreas apresentam um solo do tipo gley que são solos em geral mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado (próximo à superfície) na maior parte do ano, tornando-o assim freqüentemente suscetível a inundação o que é ruim para fundações, esgotamento sanitário e para a população devido o aparecimento de doenças.

6.3.3 Áreas não urbanizáveis

Segundo a lei de parcelamento de solo, solo residual com declividade maior que 30% não deve ser ocupado visto que: apresentam pouca espessura para instalação do sistema de efluentes sanitários e fundações.

As escarpas rochosas são áreas de risco pela ocorrência de lascas, de blocos instáveis, impossibilidade de instalação de fossas sépticas, dificuldade para fundações. As áreas que possuem depósitos de tálus também são totalmente desaconselháveis para ocupação devido o risco de tombamento ou rolamento de blocos.

6.3.4 Áreas de preservação ou não recomendável para urbanização

São as áreas que se concentram em torno dos cursos d'água a altos de morro com declividade superior a 30% de acordo com a lei de parcelamento do solo.

Difere da anterior por ser regulamentada em lei, e algumas ainda que não apresente risco aparente, ainda assim devem ser preservadas para ajudar na estabilização de encostas, ajudam a evitar escorregamentos de solo e erosão do mesmo, conseqüentemente diminuindo o assoreamento dos rios que podem com chuvas culminar em enchentes.

O Mapa de Potencial de Uso do Município, quando comparado com a imagem de satélite, mostrou o que já havia sido observado em visitas de campo, ou seja, áreas que estão dentro do perímetro urbano ou de expansão urbana são, em alguns casos, de preservação, outras consideradas como não urbanizáveis, outras urbanizáveis com restrição. Pode-se observar ainda que diversos problemas que ocorrem no Município, como escorregamento, inundação são devido à ocupação em áreas que não deveriam ser urbanizadas.

6.4 MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO LAMINAR

Uma característica importante do solo, com relação ao comportamento erosivo, é a sua espessura, uma vez que solos rasos permitem rápida saturação dos horizontes superiores, favorecendo o desenvolvimento de enxurradas.

Outra característica do solo é que este influencia e sofre os processos erosivos, constituindo assim o principal fator natural relacionado á erosão.

O tamanho das partículas influi diretamente na capacidade de infiltração da água de chuva pelo solo, interferindo assim no potencial de enxurradas, e em relação a maior ou menor coesão entre as partículas. Assim, solos são normalmente mais porosos,

permitindo rápida infiltração das águas de chuva, o que dificulta o escoamento superficial.

Este tipo de mapa produz informações de grande importância para a agricultura, agropecuária, entre outros.

As classes de Suscetibilidade à Erosão Laminar (Figura 34), podem ser assim definidas, segundo as classes de erodibilidade e declividades:

- MA = Muito Alta Suscetibilidade corresponde terrenos que apresentam problemas complexos de conservação;
- A = Alta Suscetibilidade corresponde à classe de terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento;
- M = Média Suscetibilidade corresponde à classe em que os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes;
- B = Baixa Suscetibilidade corresponde a terrenos com problemas de conservação, exigindo práticas de controle a erosão.
- NS = Baixa a Não Suscetível corresponde às classes de terrenos com problemas de conservação, que exige técnicas especiais de cultivo, por se constituírem de solos encharcados, com lençol freático alto.

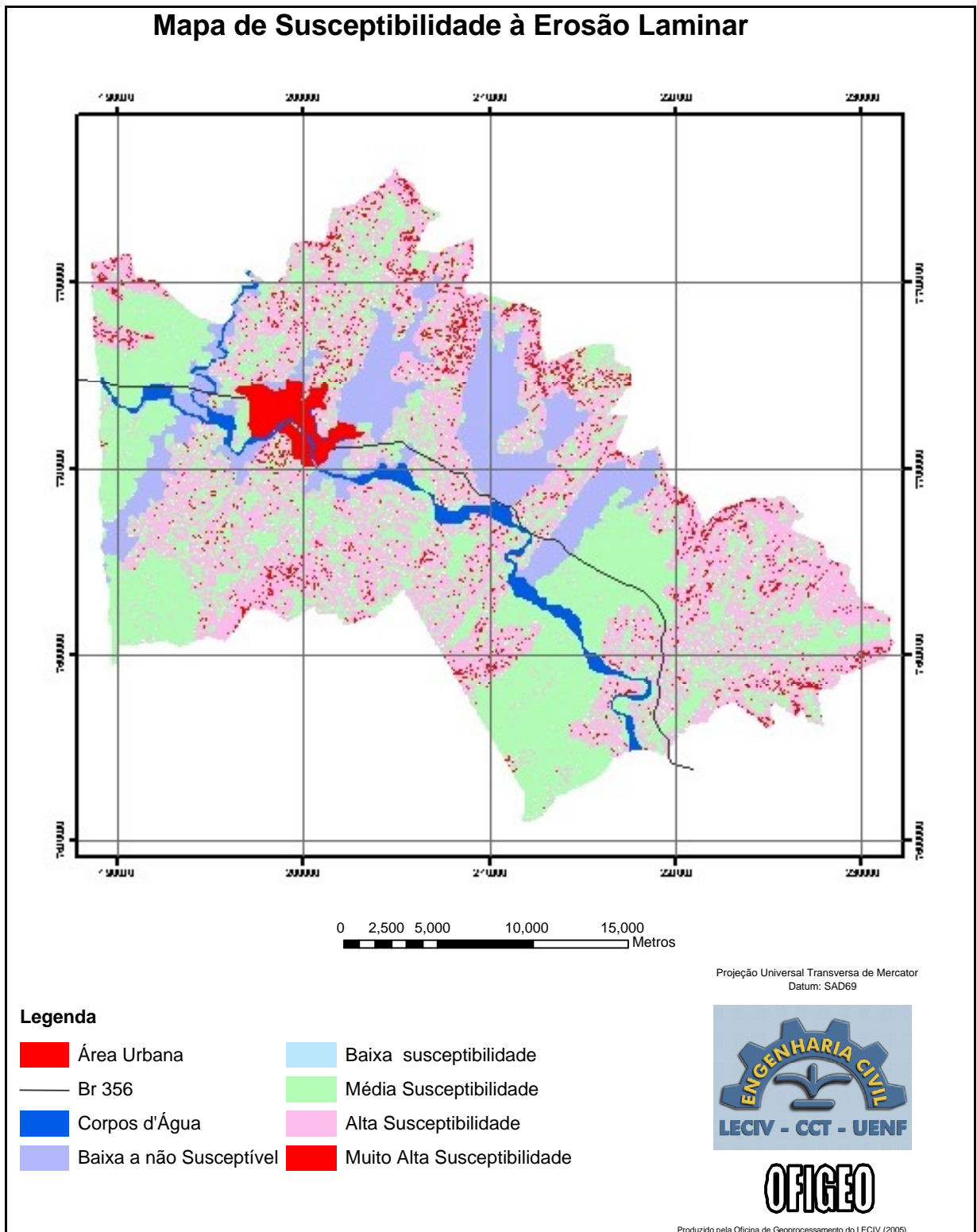


Figura 34: Mapa de Suscetibilidade à Erosão Laminar

Os resultados mostraram que, em boa parte do Município estudado a Suscetibilidade a Erosão, em boa parte do foi considerável. Tal fato se deve provavelmente, às características da área como solo raso de textura arenosa e também ao relevo serrano, entre outros.

6.5 MAPA DE SUSCETIBILIDADE À ESCORREGAMENTO

O Mapa de Suscetibilidade à Escorregamento (Figura 35), apresenta as diferentes suscetibilidade do solo a tal evento.

Pode-se observar que grande parte da área estudada apresenta focos com suscetibilidade a escorregamento, isso se deve, provavelmente ao fato de que a região possui muitos afloramentos rochosos, ou seja, é característica própria do solo possui ser muito raso e de textura favorável a uma rápida infiltração. Logo, com a chuva, a água infiltra rapidamente, chega até à rocha, criando então um caminho preferencial entre a rocha e o solo diminuindo o atrito, fazendo que o solo sofra escorregamentos em grande parte.

Em locais onde o solo é mais profundo, ainda assim existem alguns focos de escorregamento, fato que talvez se deva a acentuada declividade do terreno.

Pode-se notar que a grande maioria da área estudada encontra-se nas classes de baixa e alta suscetibilidade, já que uma parte considerável do Município formado áreas de baixada, o que apresentou baixa suscetibilidade; e outra característica do Município é o relevo montanhoso, com alta declividade propiciando alta suscetibilidade.

O resultado obtido esta relacionado principalmente aos temas solo e à declividade, mas existem muitos outros fatores que influenciam na suscetibilidade a escorregamento.

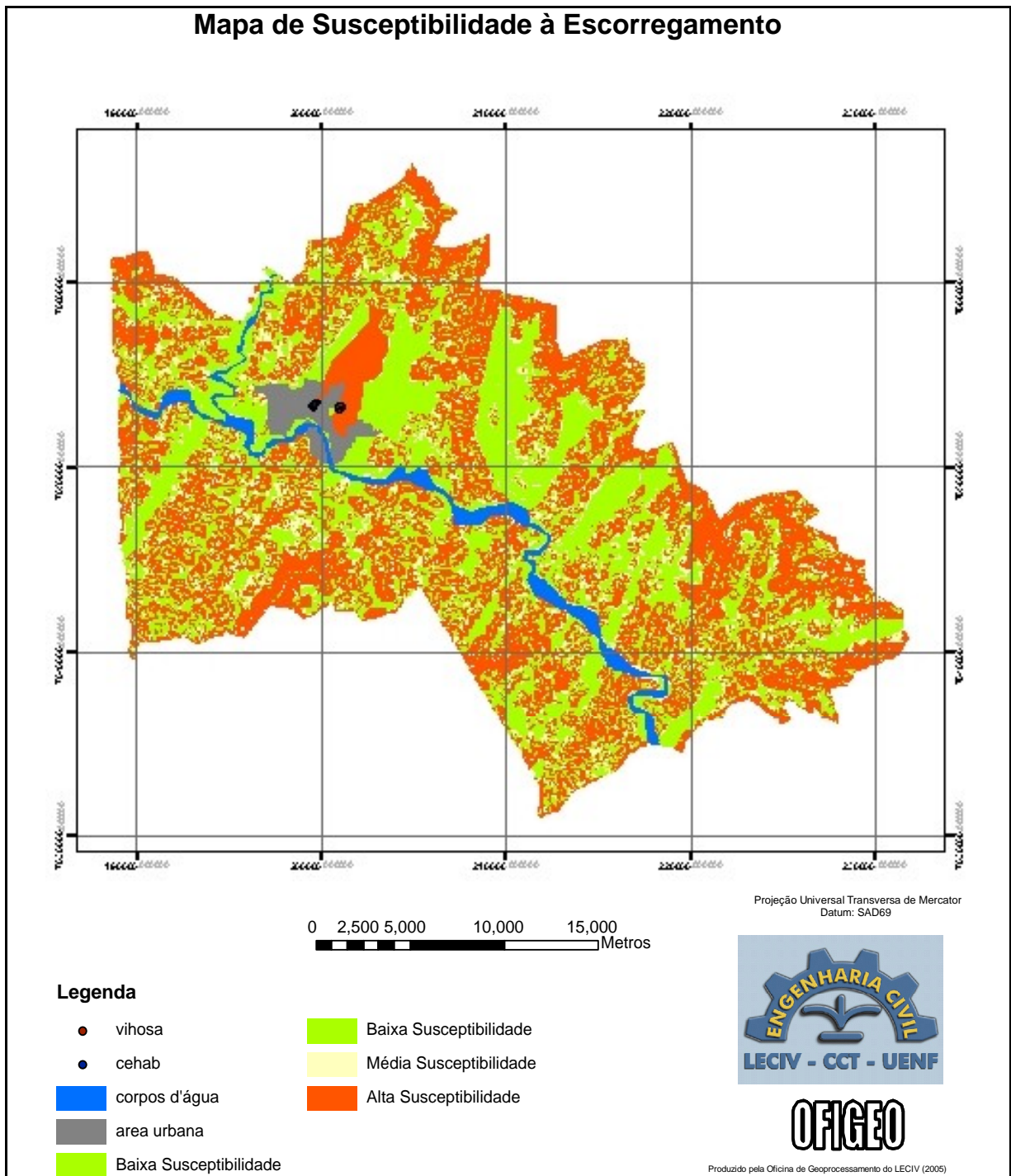


Figura 35: Mapa de Suscetibilidade à Escorregamento

Na Figura 36, apresentada a seguir, tem-se uma pequena área ampliada do Mapa de Suscetibilidade a Escorregamento, e uma elipse mostrando a localização do centro urbano. Esta mostra a Suscetibilidade a Escorregamentos em regiões que abrangem a área urbana, onde estes problemas efetivamente causam prejuízos de ordens econômico-social. Nesta região, foi onde ocorreram escorregamentos conforme mostrado pelos pontos plotados, bairros do Vinhosa e Cehab.

Pode-se observar que o Mapa de Escorregamento formulado neste trabalho apresentou como alta suscetibilidade, o que vem a confirmar o que realmente vem ocorrendo — mesmo assim existe expansão da urbanização nestes pontos.

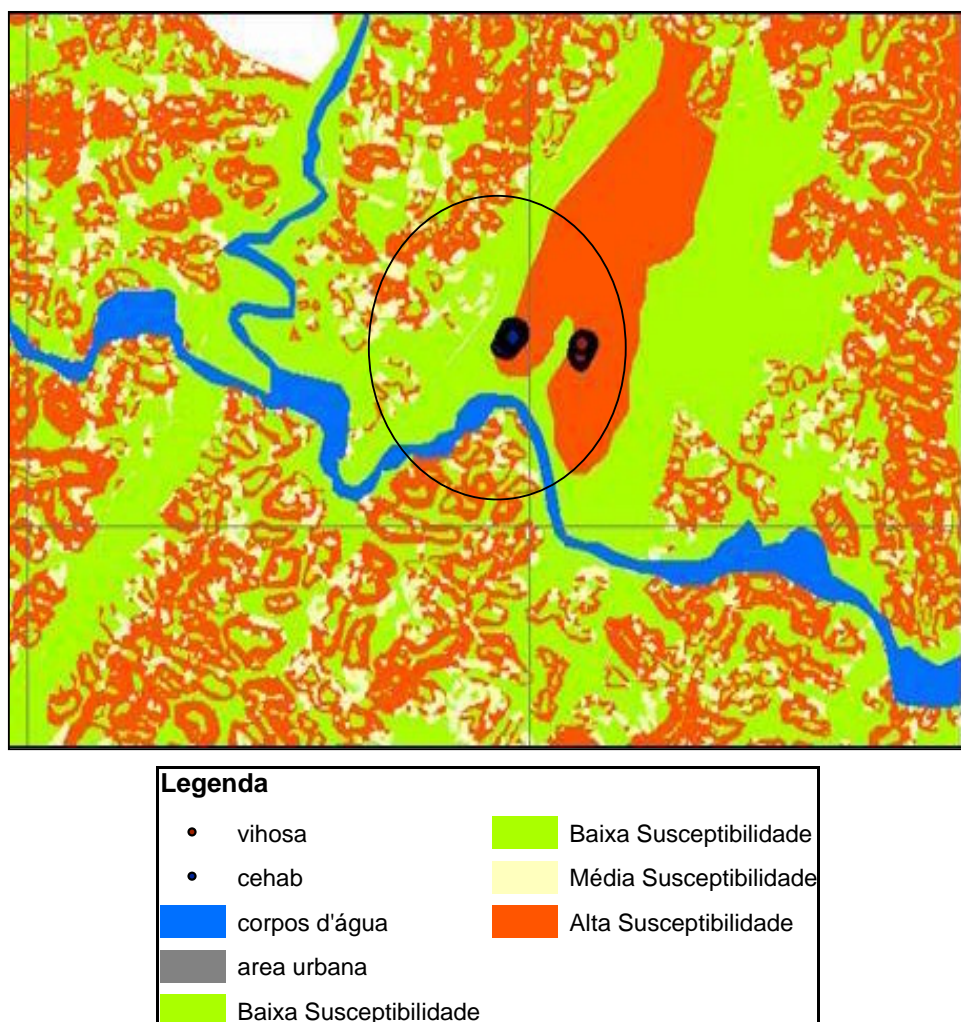


Figura 36: Área ampliada com os pontos que já ocorreram escorregamentos

6.6 PROBLEMAS OBSERVADOS NA ÁREA DE ESTUDO

Na área de estudo, foram observados diversos problemas do meio físico relacionados com o aspecto ambiental, destes podem ser destacados os seguintes: Desmatamento e conseqüentemente o processo erosivo (Figura 37), construções em locais inapropriados, nas encostas (Figura 38). Próximo à estátua do “Cristo”, existem construções em solo na iminência de escorregamento, com rocha alterada, que apresenta blocos de tamanhos variados com perigo de deslocamento e rolamento (Figura 39), esta área foi definida como não urbanizável, pois possui suscetibilidade a escorregamento (Figura 40), contudo a urbanização esta presente nestes locais. Foram observadas construções em áreas inundáveis (Figuras 41 e 42), como ao longo do Rio Muriaé sem o devido respeito às áreas de preservação ambiental e ainda despejos de esgotos nos corpos d’água, sem nenhum tipo de tratamento. Os maiores problemas de inundação também ocorrem nas áreas com solos do tipo gley (argila mole), que são solos totalmente impróprios à urbanização por causa da presença de lençol freático alto e recalques e ataques a fundações. Esses problemas poderiam ter sido evitados, caso houvesse um planejamento territorial adequado.

6.6.1 Desmatamento e Erosão



Figura 37: Foto de uma erosão na área de estudo

6.6.2 Ocupações Irregulares



Figura 38: Foto de construção em local de alta declividade

6.6.3 Lascas e afloramentos rochosos; solos residuais pouco espessos



Figura 39: Foto de bloco com perigo de deslocamento

6.6.4 Escorregamento



Figura 40: Foto de escorregamento de uma encosta

6.6.5 Inundação

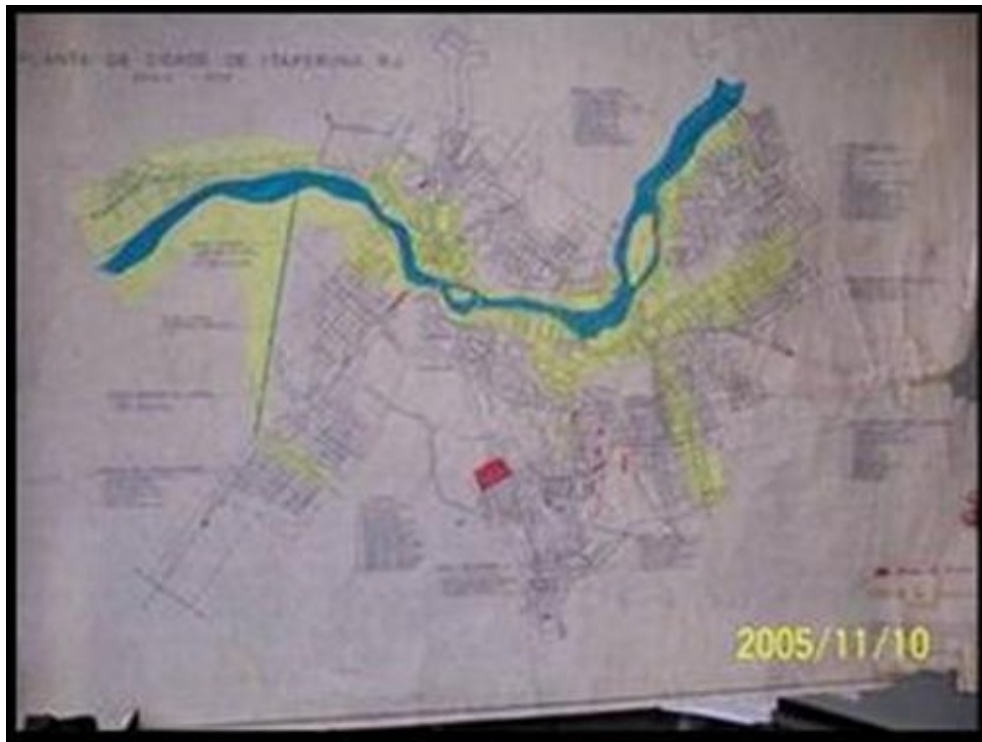


Figura 41: Foto de um mapa com áreas que foram inundadas dentro do centro urbano



Figura 42: Foto de uma área inundável

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos permitiram ter uma visão das necessidades do Município, com relação ao meio físico, evidenciando as atitudes que poderão ser tomadas para a preservação do meio e uso adequado do solo, além da identificação dos problemas ambientais.

Itaperuna é um Município muito carente de um banco de dados atualizado que lhe dê diretrizes concretas para o planejamento territorial e também se encontra carente de um poder público consciente em respeitar essas diretrizes — um exemplo disto é a ausência de um plano diretor para o Município.

O Mapa de Unidades Geológico-Geotécnicas assim como os Mapas de Potencial de Uso e Ocupação do Solo geram informações imprescindíveis para o planejamento territorial, pois dão condições para as frentes de expansão urbana do município, indicando o uso apropriado do meio físico.

Um dos principais problemas no Município é a ocupação irregular em áreas elevadas e áreas de baixada. Nas áreas elevadas, ocorrem depósitos de materiais inconsolidados, que podem desprender-se, causando danos aos moradores locais; já nas áreas de baixada, o lençol freático é muito alto, e o solo é pouco permeável; assim, há grande risco de inundação e outros problemas.

É imprescindível que a ocupação de novas áreas seja mais bem planejada, respeitando as leis básicas de preservação e uso do solo, para que se tenha um uso adequado do meio físico, sem riscos para a sociedade, valendo-se de trabalhos como este, que será fornecido à prefeitura, como auxílio à sensata expansão urbana.

A metodologia adotada neste trabalho, ao utilizar o Mapeamento Geológico-Geotécnico e técnicas de Geoprocessamento como instrumentos básicos de orientação no planejamento urbano, mostrou-se adequada aos objetivos propostos. No Mapa de Suscetibilidade a Escorregamento, foram plotados os escorregamentos anteriores ocorrido em Itaperuna — e eles ocorreram na área que ficou definida neste trabalho como de alta Suscetibilidade a Escorregamento e em áreas definidas no Mapa de

Potencial de Uso como não urbanizáveis. A urbanização, porém, esta presente nesses pontos.

A seguir, listam-se algumas recomendações que visam contribuir na mitigação dos impactos ambientais observados na área; uma vez que sua erradicação é praticamente impossível.

Nas áreas com alta Suscetibilidade a Escorregamento, deve ser realizado um Mapeamento Geológico estrutural para identificar a influência das estruturas geológicas (fraturas, foliações etc) neste movimento, e um estudo Geológico-Geotécnico com um maior nível de detalhamento. Recomenda-se ainda a consideração de outros fatores que influenciam, como a cobertura vegetal e estudos mais detalhados nos locais que apresentaram alta suscetibilidade.

O reflorestamento se faz necessário em algumas áreas, como as suscetíveis à erosão, pois são áreas fontes de assoreamentos dos rios, o que leva sedimentos e restos de construções até os leitos do rio, diminuindo-o, provocando enchentes em períodos de chuvas de maior intensidade.

Recomenda-se que o Mapa de Suscetibilidade à Erosão Laminar seja utilizado pela prefeitura de Itaperuna como um norteador para os agricultores da região, mostrando áreas que devem tomar cuidados específicos.

O esgotamento sanitário precisa urgentemente de tratamento, visto que, no Município, este é lançado nos corpos d'água com todos seus componentes poluidores. O lixo, da mesma forma, necessita de uma atenção, pois é disposto em "lixões" a "céu aberto"; é preciso criar o aterro sanitário.

8 REFERÊNCIAS

Alves, M. G.; Barroso, J. A. (1999). *Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao diagnóstico de impactos ambientais e ao uso e ocupação do solo*. In; 9º CBGE, Novembro de 1999. São Pedro (SP).

Alves, M.G; *Análise ambiental da região oceânica de Niterói e Distrito de Inoã-Maricá(RJ): uma visão por geoprocessamento e mapeamento geológico-geotécnico com ênfase nos impactos do uso e ocupação*. Tese (Doutorado em Geologia de Engenharia e Ambiental) – Rio de Janeiro – RJ, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 2000.

Aspectos Físico-Territoriais, PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPERUNA (2005). Dados Digitais disponíveis em: <<http://www.itaperunaonline.com.br>> Acesso em: 29/08/05.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. *Sistema de informações geográficas: Aplicações na agricultura*. Brasília: Embrapa, 2ª ed., 1998.

Barros, F. V. M, *etal* (2003), *Identificação Das Ocupações Irregulares Nos Fundos De Vale Da Cidade De Londrina/Pr Por Meio De Imagem Landsat 7*. R. RA'E GA, Curitiba, n. 7, p. 47-54, 2003. Editora UFPR.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. (1990) *Conservação do Solo*. São Paulo: Ícone, 2ª ed, 355p.

Brasília (1979) LEI No 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979, Parcelamento do Solo Urbano.

Câmara, G. & Medeiros, J.S. (1996) Questões Metodológicas e Aplicações. In: Geoprocessamento para Projetos Ambientais. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, p. 5.1-5.21.

Coe, J. A.; Godt, J. W.; Baum, R. L.; Bucknam, R. C.; e Michel, J. A. *Landslide Susceptibility from topography in Guatemala* in: Landslides Evaluation e Stabilization. Organizadores Willy A. Lacerda, Mauricio Ehrlich, Sérgio A. B. Fontoura e Alberto S. F. Sayão. Anais de proceedigs of the ninth international symposium on landslides comptes rendus du neuvieme syposium international sur les glissements de terrain, june 28 to july 2, 2004, Rio de Janeiro, pg 69 a 78.

Cordeiro, J. P; Amaral, S.; Freitas, M.U e Câmara, G (2005); *Álgebra de Geo-Campos e suas Aplicações. Divisão de Processamento de Imagens – DPI*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, SP, Brasil, 8 pgs.

Corrêa, P.F ; *O Uso Do Geoprocessamento Na Elaboração De Documentos Cartográficos Como Subsidio Ao Processo De Zoneamento Ambiental Na Bacia Hidrográfica Da Lagoa Feia No Município De Campos Dos Goytacazes/RJ*. 2003. 162 p. Tese (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ. 2003.

Costa, A. N; *O uso do Mapeamento Geológico –Geotecnico e técnicas de Geoprocessamento Para o Planejamento da Expansão Urbana no Município de Campos dos Goytacazes/RJ*. 2005. 152 p. Tese (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ. 2005.

CPRM/RJ – *Companhia De Pesquisa de Recursos Minerais* (2001) Ministério das Minas e Energia/ Secretaria de Minas e Metalurgia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto Rio de Janeiro, CD-ROM. Brasília.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ).
Fernandes, N.E. e Amaral, C.P. (2000). *Movimentos de Massa: Uma Abordagem*

Geológico – Geomorfológica. In: Geomorfologia e Meio Ambiente (3 Edição). Guerra, A. J. T., Cunha, S. B., (organizadores). Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, p. 122 – 194.

Felgueiras, C.A. (1998) Modelagem Numérica de Terreno. In: Introdução ao SIG. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, p. 7.1- 7.38.

GAMA, C. D. 1987. *A Informática em Geologia de Engenharia*. 5º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. 1987 ABGE. Anais., São Paulo. V.3 pp 163-177.

GJORUP, G. B; FILHO, E. I. F. (1998) – *Determinação de Coordenadas Geográficas com o uso de GPS*. Viçosa Universidade Federal de Viçosa.

Guidicini, G e Nieble, C.M. (1983). *Estabilidades de Taludes Naturais e de Escavação*. 2 ed. São Paulo, Edgard Blucher. 196 páginas.

Guimarães, R. F. (2000). *Utilização de um Modelo de Previsão de Áreas Suscetíveis à Escorregamentos Rasos com Controle Topográfico: Adequação e Calibração em Duas Bacias de Drenagem*. Tese (Doutorado em Geologia) – Rio de Janeiro – Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005). Mapeamento Cartográfico - Dados digitais, Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/>> Acesso em: 04/04/2005.

Lawall, S.; Rocha, G. C.; *Avaliação Ambiental e Proposta de Elaboração de Mapa de Risco por Jovens Da Comunidade Do Bairro Dom Bosco- Juiz De Fora*, Minas Gerais. Anais do 6 Congresso Brasileiro de Geógrafos, Goiânia - Goiás - 18 a 23 de julho de 2004.

Lee, S.; Choi, J.; Ryu, J. H. *Probabilistic landslide hazard mapping using GIS and remote sensing data at Boun, Korea* in: Landslides Evaluation e Stabilization. Organizadores Willy A. Lacerda, Mauricio Ehrlich, Sérgio A. B. Fontoura e Alberto S. F

Sayão. Anais de proceedings of the ninth international symposium on landslides comptes rendus du neuvieme syposium international sur les glissements de terrain, june 28 to july 2, 2004, Rio de Janeiro, pg 85 a 90.

Monsores, A. L. M.; Junior, G. C. S.; Nummer, A. R.; Resende, A. C. M. V.; *Estudos hidrogeoquímicos e hidrogeológicos em aquíferos fraturados no noroeste fluminense: bacia superior do córrego do açude - distrito de raposo - Município de Itaperuna*. Anais do Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas - Trabalhos Técnicos Apresentados pela CPRM, 19 a 22/10/2004.

Natali, P. P. *Carta de riscos de escorregamento de Ponte Nova (MG)*. Viçosa: UFV, 1999. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

Oliveira, A. M. S.; Bitar, O. Y.; Fornasari Filho, N. *Geologia de engenharia e meio ambiente*. In: Bitar, O. Y. (Coord.) Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia, 1995. p 07- 15.

OLIVEIRA, O. O. ; ALBURQUEQUE JUNIOR, F. S. ; ALVES, M. G. . *Uso de técnicas de geoprocessamento para identificar áreas suscetíveis ao escorregamento na região de Campos dos Goytacazes - RJ*. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE.. São José dos Campos -SP : INPE, 2005. p. 3191-3198.

Palmieri, F. e Larah, J.O.I. (2000). *Pedologia e Geomorfologia*. In: Geomorfologia e Meio Ambiente (3ª. Edição). Guerra, A. J. T., Cunha, S. B., (organizadores). Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, p. 59 – 122.

Pejon, O.J. (1992) *Mapeamento geotécnico regional da folha Piracicaba-SP (escala 1:100.000): estudo de aspectos metodológicos, de caracterização e de apresentação dos atributos*. Tese (Doutorado em Geotecnia) – São Carlos - SP, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - USP.

Pinto, W.D.; *Avaliação da Suscetibilidade a Escorregamento em Solo: Uma Abordagem Fuzzy*. 2002. 130 p. Tese (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ. 2002.

Pisani, M. J. A., *características naturais e antrópicas agravantes nos processos de escorregamentos em encostas urbanas*, <http://www.cefetsp.br/edu/sinergia/7p3c.html>, acessado em 12/02/2005.

Processamento de Imagens digitais, Manual SPRING (2004).

Produção de Informação; Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 1999. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. – Brasília : Embrapa.

ROCHA, César Henrique B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*. Juiz de Fora: Ed. do autor, 2000. 220 p.

Salomão, F. X. T.; Antunes, F. S. In: Oliveira, A. M. S.; Brito. S. N. A. *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE. 1998. p. 87-99.

SEELEY, M. and WEST, D. O., *Approach to Geologic Harzard Zoning for Regional Planning, Inyo, National Forest, California and Nevada*. Bulletin of the Association of Engineerind and Geologists, v. 27, 1990. p.23-35.

Sobreira, F. G., *Estudo de Encostas Ocupadas Desordenadamente na Cidade do Rio de Janeiro – A Favela do Vidigal* 1989. 120 p. Tese (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.

TCE – TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (2005) *Estudo Socioeconômico 2004: Itaperuna*. Secretaria Geral de Planejamento. 103p.

VEDOVELLO, R. & MATTOS, J. T. 1993. *Zoneamento Geotécnico, por Sensoriamento Remoto, para Estudos de Planejamento do Meio Físico – Aplicação em Expansão Urbana*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7, Curitiba-Paraná, 1993. Anais, Curitiba-Paraná,. V.1, . pp 155-161.

Vieira, V.; *Caracterização Preliminar Do Risco Geológico Da Área Urbana de Viçosa (MG)*. 2000. 92 p. Tese (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG. 2000.

XAVIER DA SILVA, J., GOES. M.H.B., FERREIRA, A.L., BERGAMO, R. B. A. A., IERVOLINO, P., ROCHA, E. N., PACHECO, E. A., SILVEIRA, R. S., MACHADO, R. D. e COSTA, W. P., *Estimativa de Riscos de Deslizamento/Desmoronamentos no Maciço do Tinguá e Arredores*. XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, Bahia, v.4, 1996. p. 273-276.

ZUQUETE, L. V. & NAKAZAWA, V.A. 1998. *Geologia de Engenharia-Cartas de Geologia de Engenharia*. Editores: Antonio Manoel dos Santos Oliveira, Sergio Nertan Alves de Brito. São Paulo-SP; ABGE. 586p.

Zuquete, L. V. (1993) *Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração*. Tese (Livre Docência) São Carlos – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – USP.

ZUQUETE, L. V.; Gandolfi, N. *Cartografia Geotécnica*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

9 ANEXOS

Anexo I**Mapa de uso****Geologico-Geotécnico**

- 1 – Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos.
- 2 – Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss.
- 3 e 7 – Domínio de Afloramento de Granulito, Deposito de Tálus.
- 4 – Sedimentos Aluvionares.
- 5 – Domínio de Afloramento e SR Jovem de Granulito.
- 6 – Corpos d'água.

Declividade

- 1 – 0-8%
- 10 – 8-30%
- 1000 - >30%

Mapa uso**Geologico-Geotécnico X Declividade = (Uso8)**

- 1 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos X 0-8%.

$$(N u) = 1$$

- 2 Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss X 0-8%.

$$(U)$$

- 3 Domínio de Afloramento de Granulito, Deposito de Tálus X 0-8%.

(N U) = 1

4 Sedimentos Aluvionares **X** 0-8%.

(U C R Devido Alto nível d'água) sedimento tipo glei

5 Afloramento Domínio Granulito, solo raso **X** 0-8%.

(n u) = 1

6 Corpos d'água **X** 0-8%.

(Corpos d'água)

7 Domínio de Afloramento de Granulito, Deposito de Tálus **X** 0-8%.

(N U) = 1

10 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos **X** 8-30%.

(N U) = 1

20 Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss **X** 8-30%.

(Urbanizável)

30 Domínio de Afloramento de Granulito Deposito de Tálus **X** 8-30%.

(N U) = 1

40 Sedimentos Aluvionares **X** 8-30%.

(Com restrição)

50 Afloramento Domínio Granulito, solo raso **X** 8-30%.

(N U)

60 Corpos d'água **X** 8-30%.

(Corpos d'água)

70 Domínio de Afloramento de Granulito Deposito de Tálus **X** 8-30%.

(N U) = 1

1000 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos **X** >30%.

(Não Urbanizável)

2000 Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss **X** >30%.

(Não Urbanizável)

3000 Domínio de Afloramento de Granulito Deposito de Tálus **X** >30%.

(Não Urbanizável)

4000 Sedimentos Aluvionares **X** >30%.

(Não Urbanizável)

5000 Afloramento Domínio Granulito, solo raso **X** >30%.

(Não Urbanizável)

6000 Corpos d'água **X** >30%.

(Corpos d'água)

7000 Domínio de Afloramento de Granulito Deposito de Tálus **X** >30%.

(Não Urbanizável)

Obs:

Áreas de preservação, foram chamadas de não recomendável para urbanização.

6, 60 e 6000 = (Corpos d'água)----- = 6.

1000, 2000, 3000, 4000, 5000 e 7000 = (Não Urbanizável) ----- = 1000.

1, 3, 5, 7, 10, 30, 50 e 70 = (Não Urbanizável)-----=1.

2 e 20 = (Urbanizável)-----=2.

4 e 40= (Urbanizável com Restrição)-----=4.

Suscetibilidade a escorregamento

Geologico-Geotécnico

3 – Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos.

2 – Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss.

5 – Domínio de Afloramento de Granulito, Deposito de Tálus.

4 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Granulito

0 – Sedimentos Aluvionares.

3 – Domínio de Afloramento e SR Jovem de Granulito.

0 – Corpos d'água.

Declividade

1 – 0-10%

10 – 10-20%

100 - >20%

Suscetibilidade a escorregamento

Geologico-Geotécnico **X** Declividade = Escorregamento

0 Corpos d'água e/ou Sedimentos Aluvionares com qualquer declividade

Não suscetível

2 Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss **X** 0-10%.

Não suscetível

3 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos **X** 0-10%,

4 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Granulito **X** 0-10%.

Não suscetível

5 Domínio de Afloramento de Granulito, Deposito de Tálus **X** 0-10%.

Alta suscetibilidade

20 Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss **X** 10-20%.

Média suscetibilidade

30 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos **X** 10-20%.

40 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Granulito **X** 10-20%.

Média suscetibilidade

50 Domínio de Afloramento de Granulito Deposito de Tálus **X** 10-20%.

Alta suscetibilidade

200 Domínio SR de Granulito, Migmatitos e Gnaiss **X** >20%.

Alta suscetibilidade

300 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Gnaiss e Migmatitos **X** 10-20%.

400 Domínio de Afloramento e SR Jovem de Granulito **X** >20%.

Alta suscetibilidade

500 Domínio de Afloramento de Granulito Deposito de Tálus **X** >20%.

Alta suscetibilidade

1 = 0, 2, 3, 4 = Baixa suscetibilidade;

2 = 20, 30, 40 = Média suscetibilidade;

3 = 5, 20, 50, 200, 300, 400, 500 = Alta suscetibilidade;

ANEXO II

Características dos pontos visitados

Coordenadas	E	N	Descrição
1	199671	7652254	Rochas com águas nas fraturadas, pequena espessura de solo. Argissolo Vermelho Amarelo
2	199703	7652188	Rocha alterada e solo com “veios” de rocha muito alterada ocorrem o horizonte A.
3	199066	7652180	Rocha com alto grau de alteração, solo vermelho escuro cortado por veios.
4	199009	7652185	Camada de solo superficial, sobre rocha com foliação no sentido favorável ao escorregamento, estrutura muito fraturada, possuindo pontos de erosão e ravinas.
5	198152	7651743	Solo residual jovem com pouquíssima espessura aproximadamente de 0,5m de espessura.
6	201390	7651645	Solo pouco espesso, sobre rocha cinza amarelado.com foliação
7	201574	7652085	Rocha bem alterada com estrutura flanco de dobra, já é considerado saprólito. Solo com horizonte A de 30cm, com horizonte B ,C e rocha abaixo.
8	202065	7652570	Solos Glei-Húmico escuro, área de inundação mesmo assim com diversas construções ao redor.
9	206847	7651281	Solo residual exposto com sulcos e focos de erosão.
10	204167	7652185	Área de inundação com pastagem.
11	202796	7651662	Solo vermelho amarelado com veios ao longo do perfil, na chegada do município no sentido Campos – Itaperuna.
12	197996	7654062	Afloramento rochoso com pouquíssima espessura de solo na saída para Muriaé.
13	215666	7650910	Afloramento de rocha, solo residual com pouca espessura.
14	213406	7647664	Pouquíssimo afloramento, baixada com encosta, aparecendo apenas solo com pastagem e mata.
15	204665	7652281	Cemitério “jardim” (Vale das orquídeas) na saída de Itaperuna Campos.
16	206226	7652641	Lixo exposto, rocha com altíssimo grau de alteração.
17	204718	7654155	“Morro azul”.
18	204678	7655438	“ Morro azul”

ANEXO III

Coordenadas dos pontos de furo a trado, para identificação do tipo de solo nos Bairros de Cehab e Vinhosa, em Itaperuna, levantados por Pinto (2003).

PONTOS CEHAB

199684,5	7653430,2	155,5
199687,2	7653395,6	155,9
199662,3	7653344,4	156,3
199762,7	7653478,5	191,3
199757,1	7653458,1	193,6
199758,8	7653438	192,4
199756,2	7653412,3	201,1
199762,5	7653382,8	199
199769,9	7653366,2	199,2
199766,1	7653346	193,8
199763,3	7653341,1	195,9
199757,1	7653334,8	195,4
199749,5	7653326	196,6
199742,6	7653315,6	198
199732,8	7653305	198,6
199725,7	7653290	198,6
199712,8	7653273,3	201,2
199708	7653264,2	203,9
199699,1	7653255,2	204,4
199683,9	7653246,2	205
199676	7653245,5	207,4
199654,8	7653236,6	210,3
199638	7653228,5	209
199629,9	7653212,9	204,7
199621,3	7653202,4	207,2
199617,7	7653195	206,9
199619,4	7653180,6	205,8
199607,1	7653181,1	206
199595,4	7653157,1	201,5
199574,1	7653149,6	199,7
199544,5	7653153,9	194,7
199517,6	7653157,2	187,8
199491,1	7653162	181,3
199437,7	7653178	171,5
199611,4	7653320,2	154,3
199625,5	7653324,8	157,7
199639,3	7653331,2	158,5
199652,3	7653335,2	155,9
199686	7653370,3	157,7
199681,1	7653357,8	164,9

199671,3	7653347,8	161,8
199535,8	7653333,4	159,8
199529,3	7653311,6	162,5
199525,1	7653301,5	161,3
199514,3	7653311	157,8
199540,2	7653285,9	170
199548,6	7653276,8	172,9
199556,1	7653268,9	177,1
199566,6	7653257,4	182,7
199585,1	7653240,6	188,5
199591,5	7653233,4	198
199604,2	7653219,8	200,6
199611,7	7653211,9	204,3
199618,3	7653206,3	208,8
199632,6	7653205,7	210,3
199657,1	7653234,3	212,7
199676,7	7653244,9	210,6
199708,6	7653263,6	206,6
199775,6	7653359,8	198,6
199781,4	7653392,8	203,3
199790,1	7653421	210,8
199794,9	7653445,8	210,2
199793,4	7653467,4	207,8
199707,4	7653266,6	208,4
199663,4	7653239,4	214,5
199637	7653214	211,3
199619,3	7653200,3	213,5
199676,7	7653356,7	153,9
199656,1	7653337,8	162,8
199606	7653320,8	157
199690,4	7653404,4	164,1
199538,6	7653319,1	167,7
199573	7653285,5	187
199587	7653268,6	194,7
199595,9	7653263,7	197,6
199619,8	7653248,8	202
199642,5	7653248,8	202
199662	7653258,9	206,4
199678,8	7653262,1	203,7
199626,8	7653251,4	203,7
199691,5	7653269,5	205,1
199640,1	7653475,6	161,5
199631,3	7653255,3	209,5
199554,7	7653294	181,3
199558,5	7653307,4	176,5
199768,4	7653444,3	216,5
199768,5	7653426,9	217,3
199696,9	7653423,1	169,7
199706,7	7653411,8	173,2
199610,5	7653263,9	202,2
199625,6	7653264,7	201,8
199714,3	7653340,5	186,7

199724,6	7653354,5	180,2
199551,3	7653334,8	162,1
199533,8	7653322,2	169,5
199592,2	7653263,1	188,6
199575,7	7653325,6	151,3
199682,2	7653330,6	171
199701,3	7653362,1	170
199641,2	7653307,5	171
199623,7	7653494,8	149,2
199729,6	7653484,7	181,5
199755,8	7653416,9	186,2
199748,5	7653345,3	192,5
199715,4	7653296,8	203
199664,5	7653272,7	195
199623,8	7653265,1	192
199556	7653297,4	170
199603,2	7653302	167
199664,2	7653491,7	166
199611,4	7653320,2	154,3
199602,1	7653317,9	154
199625,5	7653324,8	157,7
199639,3	7653331,2	158,5
199652,3	7653335,2	155,9
199686	7653370,3	157,7
199681,1	7653357,8	164,9
199671,3	7653347,8	161,8

PONTOS VINHOSA

201105,8	7653144,7	170
201113,8	7653129,8	173,4
200992,9	7653137,2	175,7
201114,1	7653122,1	179,9
201100,8	7653127,8	179,1
201112,8	7653103,4	181,7
201086,8	7653115,9	183,7
201010,9	7653228,9	145,2
200997,1	7653100,7	194,1
201012,8	7653101	196,7
201153,5	7653225,8	137
201123,7	7653192,7	154,4
201094,3	7653191,9	154,6
201126,2	7653181,5	149,8
201134,4	7653177,7	149,4
200991,7	7652976,1	241,2
200984,9	7652998,2	239,9
201039,5	7653040,3	211,3
201138,6	7653163,9	147,6
201128,3	7653150,9	162,5
201119,8	7653155,7	163,8
201030,3	7653172,6	172,5
201026,5	7653179,8	175,5
201006,7	7653150,8	183,5
200992,2	7653155,8	183,5
201069,2	7653077,7	186,3
201048,7	7653058,2	218,1
201137,3	7653222,6	137,5
201148,8	7653165,5	153,3
201004,2	7653056,2	218,1
200973,3	7653024,6	235,9
201105,4	7653202,5	143,3
201154,2	7653195,9	143,4
201135,2	7653155,4	156,4
201096,7	7653092,1	184,3
201051,7	7653060,8	203
201070,9	7653051,5	204
201010,2	7652990,8	237,8
201029,7	7652967,2	237
200991,6	7652952,6	258,1
201014,8	7652928,9	253,6
200978,9	7653023,1	240,8
200991,7	7653064,3	217
200971,8	7653075,7	214
201058,2	7653202,3	143
201011,9	7653202,3	151,5
201000,2	7653155,6	175
201086,9	7653151,6	162,5
201062	7653102,8	198,4

201014,9	7653101,4	205,7
200985	7653102,7	207,3
200960,4	7653056,6	212,6
201049,5	7653005,1	217,6
201026,2	7653012,9	218,9
201086,2	7653150,3	170,2
201084,5	7653142,9	178,5
201078,8	7653138,8	177,6
201069,1	7653139,1	178,7
201069,2	7653147,2	175
201076	7653154,6	171,7
201043,2	7653090	196,5
201048,3	7653100	188,4
201024,1	7653037,1	218,2
201027,9	7653039,4	228,6
201029,6	7653036,5	218,6
201146,9	7653230,9	126,4
201127,5	7653227,4	127,2
201106	7653223	132,2
201075,9	7653223,9	136,1
201041,4	7653226,8	144,3
201023,3	7653230,1	148
201009,6	7653229,4	135
201000,8	7653227,4	146,2
201035,4	7653231	145,5
201038,9	7653243,8	138
201042	7653258,2	145
201059,5	7653285,3	127,1
201086,5	7653273	126,5
201107,6	7653265,7	126,6
201126,8	7653260,2	128
201142,1	7653256,2	127,2
201179,4	7653245,8	124,4
201164,4	7653241,5	122,4
201134,5	7653233,1	132,9
201104,3	7653230,6	136,3
201074,3	7653230,5	138,4
201056	7653231,1	140,5

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.