



CARTOGRAFIA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DE ÁREAS COSTEIRAS: O EXEMPLO DE SUAPE-PE

AUTOR: SERGIO MONTHEZUMA SANTOIANI GUERRA

ORIENTADOR: PROF DR LÁZARO VALENTIN ZUQUETTE

Tese apresentada junto ao Curso de Pós-Graduação em Geociências - Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente, visando a obtenção do título de Doutor em Geociências no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - Campus de Rio Claro.

Rio Claro

1998

SUMÁRIO



1 - DADOS PESSOAIS

Nome: **SERGIO MONTHEZUMA SANTOIANI GUERRA**

Data de nascimento: **08/02/49**

Naturalidade: **Corumbá - Mato Grosso do Sul**

Endereço: **Rua Coronel Anízio Rodrigues Coelho, 561/1103. Boa Viagem. Recife. Pernambuco. CEP 51021-130. Telefone: (081) 326.7511 e 9994.7511**

2 - INSTRUÇÃO

Geólogo formado pelo Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE em 1972.

Mestre em Sensoriamento Remoto, título obtido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE em 1979.

Doutor em Geociências, título obtido junto ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista-IGCE/UNESP, Campus de Rio Claro, na área de Geociências e Meio Ambiente. Defesa de tese realizada em agosto de 1998.

3 - CURSOS DE ESPECIALIZAÇÃO

Regional Mineral Exploration Theory and Application, oferecido pela University of Missouri-Rolla & Agency for International Development.
Curso Específico de Supervisores, oferecido pelo Centro de Treinamento da CESP/SP.

Estilos Estruturais em Bacias Cratônicas, oferecido pelo PAULIPETRO/SP.

Curso Básico de Interpretação de Perfis, oferecido pela Schlumberger.

Curso de Interpretacion de Registros, oferecido pela Geathart Go Internacional.

Introdução a Informática, oferecido pela CPRM/RE.

Fundamentos para Instalação de um Sistema de Tratamento Digital de Dados Gráficos, oferecido pela Deutsche Gesellschaft Fuer Technische Zusammenarbeit-GTZ.

Cursos sobre Qualidade de Serviços, oferecido pela CPRM/RE.

Geoestatística Básica, oferecido no VI Simpósio de Quantificação em Geociências.

Projetos Ambientais, oferecido pelo CREA/PE.

4 - TRABALHOS TÉCNICOS PUBLICADOS

Resumo do Projeto Rondônia, XXX Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 1978.

Notas Preliminares do Projeto Rondônia, XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife, 1978.

Granitos Estaníferos de Rondônia, I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento, S. J. dos Campos, 1978.

Avaliação dos Dados de Sensoriamento Remoto no Levantamento Geológico da Região Compreendida entre as Cidades de S. Bento do Sapucaí e Caraguatubá, I Simp. Brasileiro de Sensoriamento, São Jose dos Campos, 1978.

Aplicação de Sensoriamento Remoto no Estudo da Província Estanífera de Rondônia, dissertação de mestrado publicada pelo Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais-INPE, 1979.

Técnicas Exploratórias de Superfície na Prospecção de Petróleo da Bacia do Paraná, Seminário Sobre Exploração de Petróleo no Brasil-SEMPET, Rio de Janeiro, 1981.

Análise Morfoestrutural Integrada de Imagens de RADAR e LANDSAT na Bacia do Paraná, III Simpósio Regional de Geologia, Curitiba, 1981.

Análise Morfoestrutural de Fotos Aéreas: Aplicação de Prospecção de Hidrocarbonetos na Bacia do Paraná, II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Brasília, 1981.

Parâmetros Indicadores do Grau de Estruturação de uma Anomalia Morfoestrutural, XXXII Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, 1982.

Análise Morfoestrutural da Bacia do Araripe, Congresso Brasileiro de Geologia do Petróleo, Rio de Janeiro, 1986.

Elaboração de Cartas Topográficas Planimétricas Preliminares (1:100.000) à partir de Imagens LANDSAT-TM, V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, 1988.

SINGRE-Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife, XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 1992.

Índice de Informações Cartográficas da Região Metropolitana do Recife, CPRM/RE, 1994.

Cartografia Geológico-Geotécnica de Áreas Costeiras: O Exemplo de Suape.

Tese de Doutorado defendida junto ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista-IGCE/UNESP, Campus de Rio Claro em 1998.

5 - PALESTRAS E CONFERÊNCIAS PROFERIDAS

Sistema de Informações em Recursos Naturais-SIR, Seminário sobre Estudos de Riscos e a Preparação do Setor Saúde para Melhorar o Atendimento das Emergências, Desastres e Calamidades Públicas, Fortaleza, 1989.

SINGRE-Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife, Seminário de Ciências Ambientais, Rio de Janeiro, 1992.

Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife, II Semana de Recursos Naturais da Região Metropolitana de Porto Alegre, 1994.

Utilização da Técnica da Avaliação por Critérios Múltiplos na Elaboração de Cartas Geotécnicas, Recife, 1999

6 - ATIVIDADES DOCENTES

Introdução ao Sensoriamento Remoto Aplicado à Geologia, curso ministrado no Laboratório de Geofísica e Geologia Marinha do Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1988.

Utilização do Corel Draw na Elaboração de Cartas Temáticas, curso ministrado durante a realização do VII Simpósio de Quantificação em Geociências da UNESP, Rio Claro, 1997.

7 - EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM

Período: Julho de 1973 a junho de 1975

Função: Geólogo

Atuação: Mapeamento geológico básico nos projetos Norte da Amazônia, Xingú-Araguaia, Noroeste de Rondônia e Sudeste de Rondônia.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE

Período: Julho de 1975 a setembro de 1979

Cargo: Assistente de Pesquisa

Função: Geólogo

Atuação: Participou dos projetos DERMAT, Estrutura-Folha Brasília, Rondônia, Aripuanã e Planalto Arenítico-Basáltico.

PAULIPETRO CONSÓRCIO CESP-IPT

Período: Setembro de 1979 a dezembro de 1982

Cargo: Coordenador do Grupo de Fotointerpretação

Função: Geólogo

Atuação: Fotointerpretação, processamento digital de imagens, mapeamento geológico e fiscalização de serviços geológicos executados por empreiteiras.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO-IPT

Período: Janeiro de 1983 a outubro de 1983

Cargo: Pesquisador

Função: Geólogo

Atuação: Integração de dados e análise crítica dos resultados obtidos como parte dos mapeamentos geológicos executados pelo PAULIPETRO Consórcio CESP-IPT.

SOUTH AMERICAN PLACERS DO BRASIL LTDA

Período: Novembro de 1983 a maio de 1985

Cargo: Gerente Técnico

Função: Geólogo

Atuação: Gerência técnica das minerações Serrinha e Garibal, responsável por contatos técnico e comerciais com outras empresas mineradoras de ouro.

PAULO ABIB ENGENHARIA S. A.

Período: Junho de 1985 a fevereiro de 1985

Função: Geólogo

Atuação: Proposição e elaboração de projetos nas áreas de avaliação de depósitos auríferos e hidrocarbonetos na Bacia do Araripe.

GEÓLOGO AUTÔNOMO

Período: Março de 1986 a abril de 1986

Função: Geólogo

Atuação: Avaliação de áreas mineralizadas em ouro, atualização da situação legal de processos junto ao DNPM e agenciamento de negociações de direitos minerários.

ORBITAL- SENSORIAMENTO REMOTO S/C LTDA

Período: Março de 1986 a junho de 1987

Cargo: Diretor Técnico

Função: Geólogo

Atuação: Comercialização de projetos, controle administrativo/financeiro e responsável pela elaboração de projetos nas áreas de geologia, pesquisa mineral, agronomia, floresta, e análise ambiental.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM

Período: A partir de julho de 1987

Cargo: Coordenador Nacional de Sensoriamento Remoto e Supervisor de Projetos de Gestão Territorial

Função: Geólogo

Atuação: Coordenação de convênios de cooperação técnica, chefia e supervisão do projeto Sistema de Informações para Gestão Territorial da Região Metropolitana do Recife-SINGRE e contatos com outras empresas e instituições visando elaboração de projetos na área de geologia ambiental. Após a conclusão do Curso de Doutorado, foi reintegrado ao projeto SINGRE.

SUMARIO

EPÍGRAFE

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

ABREVIATURAS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO

2 METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOTÉCNICO

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO MEIO FÍSICO

4.1 Localização e Vias de Acesso

4.2 Geologia

4.3 Hidrografia

4.4 Pedologia

4.5 Fitologia

4.6 Dados Climatológicos

5 METODOLOGIA ADOTADA

5.1 Aquisição dos Dados

5.2 Entrada dos Dados

5.3 Modelamento dos Dados

5.4 Edição dos Resultados

6 ELABORAÇÃO DAS CARTAS BÁSICAS

6.1 Elaboração do Mapa Base

6.2 Adequação das Cartas Básicas ao Mapa Base

6.3 Elaboração das Cartas Básicas

7 DIGITALIZAÇÃO DAS CARTAS BÁSICAS

8 TRATAMENTO DAS CARTAS BASICAS

8.1 Preparação dos Arquivos Digitalizados

8.2 Criação dos Arquivos Vetoriais

8.3 Elaboração da Imagem de Inicialização

8.4 Criação dos Arquivos Imagem

9 ELABORAÇÃO DAS CARTAS INTERPRETATIVAS

9.1 Quadrícula Ortogonal

9.2 Mosaico Digital Semi-Controlado de Fotografias Aéreas

9.3 Carta de Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura

9.4 Carta de Declividade

10 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DERIVADAS

10.1 Carta de Predisposição à Erosão

10.2 Carta das Condições de Infiltração

11 TEMPO ENVOLVIDO NA ELABORAÇÃO DOS TRABALHOS

12 CONCLUSÕES

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Não, não tenho caminho
novo, o que tenho de novo é
o jeito de caminhar...**

**Thiago
de
Mello**

Ao meu pai, Antônio Guerra Netto (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

- A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais pela liberação para realização do Curso de Pós-Graduação.
- Ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista por ter propiciado a realização do doutorado.
- Ao Complexo Industrial e Portuário de SUAPE pelo apoio técnico.
- A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelos recursos financeiros.
- Ao Laboratório Didático de Geoinformática, ao Laboratório de Geomatemática e ao Centro de Análises e Planejamento Ambiental por disponibilizarem equipamentos e programas imprescindíveis ao andamento dos trabalhos.
- Ao Prof. Dr. Lázaro Valentin Zuquette pela orientação e amizade.
- Ao Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim pelas críticas sempre construtivas.
- Ao Prof. Heinrich Hasenack pelas sugestões técnicas na utilização do IDRISI.
- Ao grande amigo Hermes Augusto Verner Inda por sua determinação na viabilização deste curso.
- Aos amigos João de Castro Mascarenhas, Marinho Alves da Silva Filho, Marcelo Soares Bezerra, Luis Sguissardi do Carmo, José Carlos Ferreira Garcia e Marcelo Coimbra de Castro pelo incentivo e apoio logístico.
- Ao Gal. Dr. Antônio Luiz Coimbra de Castro que tanto me incentivou a iniciar o aprendizado dos Riscos Geológicos.
- Aos amigos Antônio Carlos Cavalli, Marcos Cesar Ferreira e Edilson de Souza Bias pelas freqüentes discussões e trocas de informações.
- As amigos Lauro Gracindo Pizzatto, Laura Narcizo e Darlene Armbrust pela colaboração durante a edição da tese.
- A amiga Sonia Serbim pelo suporte de secretariado.
- Aos colegas do curso de Pós-Graduação.
- A Dona Lídia, minha mãe, por ter se mantido constantemente presente nesta nova empreitada.
- A minha esposa Núbia Chaves Guerra por sua dedicação, companheirismo e amor tão indispensáveis a conclusão deste curso de doutorado.

ABREVIATURAS

A.B.N.T. – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASCII – American Standard Code for Information Interchange
BMP – Windows Bitmap
B.R.G.M. – Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CAD – Compute Aided Design
CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEAPLA – Centro de Análises e Planejamento Ambiental
CESP – Companhia Energética de São Paulo
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CT – Centro de Tecnologia
DSG – Diretoria de Serviço Geográfico
DXF – Digital Exchange Format
EESC – Escola de Engenharia de São Carlos
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
FEAGRI – Faculdade de Engenharia Agrícola
FIDEM – Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife
GIS – Geographical Information Systems
GPS – Global Positioning System
IAEG – International Association of Engineering Geology
IGCE – Instituto de Geociências e Ciências Exatas
IG – Instituto de Geociências
IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
LAMEPE – Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos de Pernambuco
L.P.P.C. – Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
MCE – Multi Criteria Evaluation
PIXEL – Picture element
P.O.S. – Plans d’Occupation de Sols
PUCE – Patterns, Units, Components and Evaluation
RAM – Random Access Memory
RMR – Região Metropolitana de Recife
RMS – Erro Médio Quadrático
S.D.A.U. – Schémas Directeurs d’Aménagement et d’Urbanisme
SUREG-RE – Superintendência Regional de Recife
SUREG-SP – Superintendência Regional de São Paulo
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SUAPE – Complexo Industrial e Portuário de Suape
SUDENE – Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste
TIFF – Tagged Image File Format
TXT – Text Files
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UNDRO – United Nations Disaster Relief Co-Ordinator
UNESP – Universidade Estadual Paulista
UNICAMP – Universidade de Campinas
USP – Universidade de São Paulo
UTM – Universal Transverse Mercator
WLC – Weighted Linear Combination
ZERMOS – Zones Exposed to Risk of Soil Movements

RESUMO

Neste trabalho são discutidos os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração de cartas geológico-geotécnicas orientativas de áreas costeiras, tais como a Carta de predisposição à Erosão e Carta das Condições de Infiltração. A região abrangida por este trabalho engloba o Complexo Industrial e Portuário de Suape, situado a 40 quilômetros do Recife, Estado de Pernambuco.

Para elaboração destas cartas orientativas foram analisados documentos contendo características do meio físico (geologia, geomorfologia, pedologia, fitologia, hidrologia e declividade), a partir da utilização do aplicativo Avaliação por Critérios Múltiplos (Multi Criteria Evaluation), disponível no programa IDRISI (versão 2.0).

São abordados ainda os procedimentos adotados na construção de um mosaico digital semi-controlado de fotografia aéreas e de outros produtos utilizados na elaboração das cartas orientativas, tais como a Quadrícula Ortogonal e a Carta de Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura.

ABSTRACT

In this work the methodological procedures used in the elaboration of engineering geological guiding charts of coastal areas are discussed, such as the Predisposition to the Erosion Chart and the Conditions of Infiltration Chart. The area embraced by this work includes the Industrial Port Complex of Suape (Complexo Industrial e Portuário de Suape), situated 40 kilometers of Recife, State of Pernambuco.

For elaboration of these guiding charts documents containing characteristics of the environment (geology, geomorphology, soils, vegetation, hydrology and slope) were analyzed, using Multi Criteria Evaluation application, available in the software IDRISI (version 2.0).

The procedures adopted in the construction of an Aerial Photograph Semi-Controlled Digital Mosaic and other products used in the elaboration of the guiding charts, such as the Orthogonal Grid and the Intersections of the Drainage Network with Fracture Chart, are also treated in this work.

1 INTRODUÇÃO

A área situada no entorno do estuário de Suape é palco de uma grande diversidade de elementos da biota e do meio físico, tudo isto associado a uma exuberante beleza paisagística, passando portanto a ser considerada por alguns membros da comunidade preservacionista, como um espaço que deverá permanecer intocável. Por outro lado, este mesmo sítio possui excelentes características físicas voltadas tocante a instalação de um sistema portuário moderno e destinado à navios de grande calado. Dentre estas características favoráveis, destacam-se:

- Proximidade a grandes centros urbanos (situa-se 40 km a sul de Recife).
- Área de projeto de 13.500 ha.
- 2.000 ha de retroterra no estuário (área do retroporto).
- Ponto de convergência das principais rotas marítimas internacionais.
- Oferta de áreas para implantação de indústrias a preços extremamente competitivos com os praticados no mercado internacional.
- Profundidade natural de 17 m próximo a linha da costa.
- Uma grande área plana protegida por um extenso quebra-mar natural formado pela linha de recifes.

Por esta razão e analisando outros fatores, o Governo do Estado de Pernambuco iniciou, em 1974, o projeto de construção do Complexo Industrial e Portuário de Suape-SUAPE, passando a investir grandes somas na execução de obras de infra-estrutura, possibilitando num curto espaço de tempo, a instalação das primeiras indústrias nos seus próprios terminais. Destas obras destacam-se:

- Construção de um sistema de abastecimento d'água e estação de tratamento contendo duas barragens com capacidade total de 13 milhões de m³, uma estação de tratamento com capacidade de 1.600 l/s, uma linha adutora com vazão de 800 l/s e 15,2 km de linha de distribuição com 800 l/s.
- Construção de duas subestações com capacidade total de 37,5 MVA e uma linha específica para zona portuária com 69 e 13,8 Kv.
- Instalação de um sistema de telecomunicações contendo uma central telefônica digital, um entroncamento via rádio digital, um entroncamento DDR para PABX, circuitos para comunicações, imagens e textos, telefonia celular e serviços públicos suplementares das centrais públicas.
- Construção de 32 km de malha ferroviária com bitola métrica interligando o Parque de Tancagem de Graneis Líquidos e os Pátios de Contêineres públicos e privados. Esta malha foi devidamente conectada ao Sistema Ferroviário Federal (RFFSA).
- Implantação de um sistema rodoviário interno com 28 km, dos quais 12 km já foram pavimentados. Adiciona-se um sistema rodoviário externo formado pela BR-101, PE-60 e PE-28.
- Construção de um cais múltiplos usos para operações com cargas diversas, instalado num píer com 343 m de extensão e 39 m de largura. Este cais é capacitado a atender navios de até 80.000 TPB no berço leste e navios de até 25.000 TPB no berço oeste.
- Construção de um píer de graneis líquidos com extensão de 84 m e largura de 25 m. Este píer tem capacidade de atender navios de até 30.000 TPB tanto no berço leste quanto no berço oeste.
- Construção de um pátio de contêineres com capacidade de estocar 72 unidades refrigeradas e 1.200 unidades não refrigeradas, todas de 20 pés.
- Instalação de um pátio de contêineres privado capacitado a armazenar 70 unidades não refrigeradas de 20 pés e 1.200 t de carga refrigerada.
- Construção de um terminal público para cereais com capacidade de 30.000 t.
- Construção de um terminal de estocagem de veículos automotores, movimentados por sistemas "roll-on" e "roll-off", com área de pátio de 56.700 m².

Considerando-se o estágio atual em que se encontra SUAPE, é de se esperar que nele seja

implantada, e a curto prazo, a primeira Zona de Processamento e Exportação de Pernambuco.

No Complexo Industrial e Portuário de Suape já operam e serão implantadas, diversas indústrias dos setores químico, petroquímico, siderúrgico, metalúrgico e montadoras de automóveis.

Associado a este parque industrial, a atraente beleza do local vem despertando interesse do setor de turismo, a ponto de já terem sido concluídas as obras de um hotel pertencente a um grande grupo do setor.

As obras de instalação portuária e industrial até o momento executadas procuram respeitar o equilíbrio ecológico da área, mantendo-se coerente com o Decreto Estadual 8.447/83, que normaliza a ocupação do meio físico. Em concordância com esta legislação, destacadas algumas medidas:

- Preservação da mancha de Mata Atlântica da área do projeto.
- Plantio de 750.000 árvores nativas para construção de uma barreira de vento.
- Medidas corretivas visando recuperar os mangues e estuários que foram comprometidos com as obras de implantação do sistema portuário.
- Participação de um extenso programa de povoamento de peixes em conjunto com a Estação de Piscicultura do Estado de Pernambuco.

Por esta razão, considera-se necessário realizar-se estudos que visem melhor caracterizar o meio físico a partir da elaboração de uma cartografia temática multidisciplinar que se constituirá numa documentação básica para a concepção das cartas geotécnicas.

De posse das cartas geotécnicas e das cartas de zoneamento dos eventos perigosos da área do Complexo Industrial e Portuário de Suape, será factível a elaboração das cartas de risco que possam prever a ocorrência de danos, perdas ou destruição, provocadas por obras já implantadas, assim como, evitar que estes fenômenos ocorram em futuras ocupações.

A metodologia proposta no presente trabalho possibilitou a obtenção dos seguintes resultados:

- Atlas digital e base de dados contendo informações sobre o meio físico da área trabalhada.
- Proposta metodológica para transformação de cartas de pontos em cartas de isovalores.
- Análise comparativa entre as cartas de declividades elaboradas através dos métodos manual e automático.
- Mosaico digital semi-controlado construído a partir da articulação de fotografias aéreas.
- Carta de Predisposição à Erosão elaborada a partir da análise integrada de dados geológicos, pedológicos, fitológicos e clinológicos.
- Carta das Condições de Infiltração confeccionada analisando-se conjuntamente dados geológicos, pedológicos, fitológicos, clinométricos e hidrográficos.
- Quantificação do tempo envolvido na elaboração das atividades.

A metodologia proposta neste trabalho poderá ainda ser adotada na confecção de outros produtos orientativos (Carta de Vulnerabilidade das Águas, Carta de Potencial para Ocorrência de Movimentos de Massa, Carta de Potencial para Ocupação Agrícola, Carta de Fundações, Carta de Escavabilidade, Carta para Disposição de Resíduos etc), carecendo-se apenas da análise adicional de outros produtos básicos e da adequação dos algoritmos utilizados durante as atividades de modelamento de dados.

É portanto objetivo básico deste trabalho apresentar uma metodologia de Cartografia Geológico-Geotécnica que atenda as seguintes premissas:

- Elaborar cartas orientativas capazes de subsidiar tecnicamente os planejadores das intervenções a serem realizadas em uma fração do meio ambiente a partir da determinação das limitações do meio físico a ser ocupado.
- Analisar cartas e mapas básicos previamente elaborados, fato este que

possibilitará uma execução dos trabalhos mais rápida e menos onerosa.

- **Prescindir de recursos financeiros e humanos que sejam compatíveis com a realidade da região a ser cartografada.**
- **Utilizar técnicas de geoprocessamento com intuito de agilizar a execução dos trabalhos. As atividades inerentes ao tratamento das cartas básicas, geração das cartas interpretativas e elaboração das cartas derivadas, serão realizadas dentro do Sistema de Informações Geográficas IDRISI (versão 2.0), desenvolvido pelos Laboratórios de Cartografia, Tecnologia e Análises Geográficas da Universidade de Clark-USA.**
- **Elaborar cartas orientativas que sejam simples e de fácil leitura, visto que os órgãos envolvidos nas atividades de planejamento de ocupação do meio físico nem sempre possuem um corpo técnico capaz de digerir produtos complexos.**

2 METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO GEOTECNICO

Segundo Zuquette (1985), o primeiro conjunto de documentos gráficos voltados ao planejamento do uso e ocupação do meio físico foi publicado em 1913, na cidade de Leipzig, Alemanha. Estes documentos, elaborados por Langen, tinham como objetivo maior, orientar os trabalhos de reconstrução de algumas cidades alemãs, tais como Erfurt e Danzig, entre outras.

A fase mais criativa do mapeamento geotécnico se deu nas décadas de 40 e 50 (Zuquette, 1993b) devido a necessidade premente de reconstruir algumas cidades destruídas pela Segunda Grande Guerra. Entretanto, a fase mais produtiva, em termo de número de mapeamentos, só ocorreu entre meados dos anos 60 e o final da década de 70.

No Brasil, o mapeamento geotécnico teve início com os trabalhos de Haberlehner (1966), Heine (1966) e Grehs (1967). Entretanto, só nos primeiros anos da década de 80 tiveram início os trabalhos de mapeamento geotécnico de cunho acadêmico, com a obra de Zuquette (1981), denominada "Mapeamento Geotécnico Preliminar na Região de São Carlos".

Dando seqüência, serão tecidas considerações sobre algumas metodologias de mapeamento geotécnico que foram desenvolvidas no Brasil e em outros países.

2.1 Ex-Tchecoslováquia

O mapeamento geotécnico na Ex-Tchecoslováquia teve seu início com os trabalhos de Zebeka (1947), quando sugeriu a utilização de bandas largas que seriam associadas à profundidade e não a espessura das camadas, facultado desta feita uma representação tridimensional. Simek (1959), também adotando o sistema de bandas, propôs a classificação dos terrenos mapeados em zonas favoráveis, aceitáveis ou desfavoráveis (Zuquette, 1993b).

A metodologia de mapeamento proposta por Matula & Letko (1980) estabeleceu a adequabilidade das unidades geoambientais ao desenvolvimento, em função da caracterização dos seguintes fatores:

- Fatores geoambientais comprometedores do desenvolvimento urbano (processos neotectônicos sísmicos e processos geomecânicos exógenos).
- Fatores geoambientais condicionantes de fundações (condições hidrogeológicas, qualidade do solo e condições geomorfológicas).
- Fatores geoambientais a serem preservados (fertilidade do solo, adequabilidade da água subterrânea e adequabilidade das rochas como materiais para construção).

O mapa resultante da análise integrada dos três fatores retro referenciados, indicará as unidades geoambientais mais adequadas ao desenvolvimento urbano. Segundo Zuquette (1993b), a Comissão de Geotecnica da Comunidade dos Países do Leste Europeu (COMECOM) aprovou, em 1966, um mapa geotécnico com finalidade geral, compilado por Matula e Pazek (1966), produto este que foi muito utilizado pelos países que compunham a então referida comunidade.

2.2 França

A França se constitui no país que mais divulgou técnicas e trabalhos na área de mapeamentos geotécnicos, inicialmente produzidos pelo B.R.G.M. (Bureau de Recherches Géologiques et Minières). Posteriormente outras entidades se engajaram na produção de informações geotécnicas, tais como o L.C.P.C (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) e centros universitários, além de outros autores individualmente.

Após uma criteriosa análise de vários trabalhos anteriormente executados, Sanejouand publicou, em 1972, um artigo denominado "A Cartografia Geotécnica na França", onde se percebe uma clara ligação deste trabalho com os mapeamentos geotécnicos produzidos na Ex-Tchecoslováquia.

Em 1967 foi sancionada um lei que regulamentou o uso do meio físico, ocasião em que foram criados os SDAU (Schémas Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme), com objetivo de orientar o ordenamento territorial, e os P.O.S. (Plans d'Occupation de Sols), que seriam responsáveis pela fixação das normas gerais e autorizações ou proibições de construções. Adicionalmente foi criada a metodologia ZERMOS (Zones Exposed to Risk of Soil Movements) que é voltada às áreas que apresentam probabilidade de riscos em função da instabilidade dos materiais do meio físico.

2.3 Austrália

Grant (1965), juntamente com outros profissionais, desenvolveu o sistema P.U.C.E. (Patterns, Units, Components and Evaluation), que utiliza na sua execução, uma análise integrada de elementos do meio físico (geologia, geomorfologia, drenagem, pedologia e fitologia). Segundo Zuquette (1987), a metodologia P.U.C.E. pressupõe a adoção dos seguintes critérios:

- A classificação dos terrenos se baseia fundamentalmente na análise dos elementos geomórficos.
- As propriedades características dos membros de cada classe do terreno deverão ser homogêneas.
- Todos membros de cada classe de terreno deverão ser homogêneos.
- Uma rigorosa avaliação deverá preceder a caracterização das unidades de relevo que adotará os seguintes critérios em seu reconhecimento.
 - As classes serão facilmente observadas e sua feições facilmente mensuradas.
 - Os critérios poderão ser quantitativos ou qualitativos.
- Considerando-se que este sistema terá uma utilização prática no planejamento urbano, o mesmo deverá ter uma concepção hierarquizada, ou seja, os membros de uma determinada classe deverão ser formados por uma associação limitada de elementos da classe precedente.
- Os procedimentos adotados nesta metodologia deverão ser compatíveis com os sistemas de tratamento automatizados, facultando desta maneira a coleta, armazenamento, análise e interpretação dos dados digitais referentes ao meio físico. Para tal, o sistema de nomenclatura dos critérios geomórficos deverão ser numéricos e representar sempre os parâmetros do terreno.
- A classificação dos terrenos será baseada na análise das características das encostas (geomorfologia), geologia, pedologia e fitologia.

No sistema P.U.C.E., as classes de terreno são classificadas em quatro grupos, conforme pode ser observado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Formas de análise e quantificação de cada classe de terreno.

Classes do Terreno	Fatores do Terreno para Discussão	Fatores do Terreno Adequados para Quantificação	Método para Quantificação
Provincia	- Geologia (Grupo, Formação etc)		
Padrão do Terreno	- Paisagem - Características básicas do solo, vegetação e rochas - Padrão de drenagem	- Amplitude do relevo - Frequência de correntes	Fotos aéreas ou medidas "in situ"
Unidades do Terreno	- Formas de relevo - Principais características dos solos, rochas e vegetais	- Dimensões das unidades de relevo (amplitude de relevo, comprimento e largura)	Fotos aéreas ou medidas "in situ"
Componentes do Terreno	- Tipo de talude - Litologia - Solo - Associação de vegetação	- Dimensões das unidades de relevo (amplitude de relevo, comprimento, largura e talude) - Dimensão da vegetação (altura, diâmetro e espaçamento) - Dimensões dos obstáculos - Propriedades dos materiais - Quantidade dos materiais terrosos	Medidas "in situ" e laboratoriais

Fonte: (Zuquette, 1987)

2.4 Espanha

O mapeamento geotécnico na Espanha, apesar de ter sido iniciado no princípio dos anos 50, só apresentou um grande incremento da década de 60 com a implantação do 3º Plano de Desenvolvimento Espanhol, que o considerou como de grande importância ao desenvolvimento territorial, industrial, urbano etc. Para tal, foi desenvolvido pelo Instituto Geológico e de Minas da Espanha, uma metodologia de mapeamento geotécnico (Tabela 2.2) como parte do programa Nacional de Pesquisa Geotécnica (Colares, 1996).

2.5 Ex- U.R.S.S

Os mapeamentos geotécnicos tiveram início na Ex-U.R.S.S. a partir da década de 30 com os trabalhos realizados por Sergeev, Popov e outros. Entretanto, o desenvolvimento da metodologia soviética só ocorreu após 1950 com a publicação de um trabalho denominado "Técnicas de Compilação de Mapas de Geologia de Engenharia", elaborado por Popov et al. Segundo estes autores, materiais gerados nas mesmas condições paleogeográficas e tectônicas, e sujeitos a mesma evolução geológica, certamente apresentarão propriedades e condições geotécnicas similares.

Tabela 2.2 - Metodologia de Mapeamento Geotécnico Adotada na Espanha

Produto	Escala	Características
Mapa Geotécnico Geral	< 1:2.000.000	Utilizado no planejamento de grandes áreas (construção de vias de transporte e sistemas hidráulicos), é baseado na análise de fatores litológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e geotécnicos
Mapa Geotécnico Básico	1:2.000.000 a 1:25.000	Usado nos planejamentos regional, provincial e urbano, fornece informações do meio físico (características geomecânicas e físicas), bem como, seu comportamento frente às diferentes aplicações
Mapa Geotécnico Seletivo	1:25.000 a 1:5.000	Utilizados em planejamento de detalhe, é baseado nos parâmetros qualitativos e semiquantitativos de solos e rochas, obtidos a partir de informações locais e análises de laboratório
Mapa Geotécnico Específico	> 1:5.000	Utilizado em trabalhos localizados, é elaborado a partir dos parâmetros estritamente quantitativos dos solos e rochas, obtidos em investigações locais, análises laboratoriais e "in situ"

Fonte: (Colares, 1996)

Os mapas geotécnicos elaborados na antiga União Soviética foram utilizados tanto na planificação do uso territorial, quanto na avaliação dos efeitos decorrentes da ação antropogenética (In Zuquette, 1993).

2.6 IAEG

A metodologia de mapeamento geotécnico da IAEG (International Association of Engineering Geology) foi elaborada por uma comissão formada em 1966, que após uma criteriosa análise dos trabalhos desenvolvidos em diversos países, publicou um guia para elaboração de mapas geotécnicos (IAEG/UNESCO, 1976). Conforme a metodologia da IAEG, os mapeamentos geotécnicos podem ser agrupados segundo a finalidade, conteúdo e escala em que foram elaborados (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Classificação dos Mapas Geotécnicos na Metodologia IAEG

Elaboração	Características
Quanto a Finalidade	Mapa de Finalidade Especial - grau de intemperismo em pedreiras, condições geotécnicas específicas etc. Mapa de Multifinalidade - condições geotécnicas destinadas a várias finalidades.
Quanto ao Conteúdo	Mapa Analítico – avaliações individuais de componentes do meio físico. Mapa Compreensivo – analisa conjuntamente os componentes do meio físico, podendo ser dividido em: (A) Mapas de Condições Geotécnicas que mesmo contendo os principais componentes do meio ambiente, não realizam análise dos dados e (B) Mapas de Zoneamento Geotécnico que individualizam zonas geotecnicamente homogêneas, podendo ainda ser de uso geral ou específico.
Quanto a Escala	< 1:200.000 – caracteriza as suítes geológicas que são correspondentes às unidades homogêneas a nível de grupo, a partir da avaliação de mapas geológicos existentes, fotos aéreas e trabalhos de campo. 1:200.000 a 1:10.000 – Identifica os complexos litológicos que correspondem às unidades homogêneas a nível de formação, a partir da análise de sondagens, amostragens, geofísica, petrografia, testes de campo e la boratório e avaliação das rochas, baseando-se em dados prévios. 1:10.000 a 1:5.000 – Identifica os tipos litológicos que são formados por unidades homogêneas quanto a composição, textura e estrutura, a partir da realização de trabalhos de campo de detalhe, análises petrográficas, sondagens detalhadas, testes geofísicos, determinação de índices físicos e testes ("in situ" e em laboratórios) das propriedades mecânicas e hidráulicas. > 1:5.000 – Identifica os tipos geotécnicos que correspondem às unidades homogêneas individualizadas dentro dos tipos litológicos, através de métodos especiais de investigação.

2.7 Brasil

Após os trabalhos pioneiros realizados em 1966, inúmeros outros foram publicados no Brasil além das metodologias desenvolvidas pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e pela UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), destinadas à caracterização de áreas sujeitas a movimentos de massa provocados principalmente pela ocupação de encostas com acentuadas declividades, e a metodologia de Zuquette (1987) que se destina a elaboração de mapas geotécnicos preventivos para regiões que não dispõem de informações básicas e que necessitem da geração de dados fundamentais até os específicos.

2.7.1 Trabalhos Realizados

O mapeamento geotécnico no Brasil iniciou com os trabalhos de Haberlehner (1966) justificando a execução destes mapeamentos, Heine (1966) apresentando os resultados decorrentes de um mapeamento geotécnico realizado no estado da Guanabara e Grehs (1967) prevendo o sentido do fluxo e a relação das águas subterrâneas com escorregamentos insipientes, além do comportamento geotécnico mais provável das unidades geológicas identificadas no mapeamento geológico realizado na cidade de Santa Cruz-RS. Posteriormente, um grande número e trabalhos foram publicados, conforme apresentado em seguida. Posteriormente foram realizados outros trabalhos como os de Infanti Junior (1976), Castelo Branco Filho (1976), Prandini (1976), Zaratini (1976), Constanzo Junior et al. (1978), Maciel Filho (1978), Prandini et al. (1978), Siegnemartin & Fúlvaro (1981), Barroso & Cabral (1984), Ferrante & Gandolfi (1984), Pedroto & Barroso (1984), Pedroto & Barroso (1984), Zuquette & Gandolfi (1984), Zuquette & Gandolfi (1984), Ávila et al. (1987), Ávila et al. (1987), Barroso et al. (1987), Fernandes et al. (1987), Pejon & Rodrigues (1987), Zuquette & Gandolfi (1987), Zuquette & Gandolfi (1987), Aguiar & Gandolfi (1990), Augusto Filho & Almeida (1990), Cerri et al. (1990), Cerri (1990), Cerri et al. (1990), Maretti & Rodrigues (1990), Prandini et al. (1990), Zuquette et al. (1990), Zuquette & Gandolfi (1990), Augusto Filho (1993), Gusmão Filho (1993), Zuquette (1993b), Cerri et al. (1996), Leite & Zuquette (1996), Liporaci et al. (1996), Pfaltzgraff et al. (1996).

2.7.2 Metodologia de Zuquette (1987, 1993b)

Neste capítulo foi abordada a metodologia para elaboração do mapeamento geotécnico proposta por Zuquette (1987), que tem como objetivo prioritário, a geração de documentos que auxiliem os órgãos envolvidos no planejamento do uso e ocupação, de tal forma a evitar que o meio físico seja agredido de maneira tanto implacável quanto irremediável. A esta metodologia serão adicionados alguns procedimentos sugeridos por Zuquette (1993b).

Para realização de um mapeamento geotécnico coerente com a realidade brasileira, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Este produto deverá servir como base e orientação aos futuros usuários, pois nele estão agrupados, tratados e analisados uma grande quantidade de informações sobre meio físico.
- A grande extensão territorial e a baixa densidade populacional de algumas regiões tornam imprescindível a realização do mapeamento geotécnico.
- A metodologia de mapeamento terá que ser adequada às condições sócio-econômicas nacionais, devendo, portanto, envolver volumes de recursos reduzidos se comparados com os gastos decorrentes da realização de prospecções geotécnicas.
- Os mapeamentos geotécnicos deverão ser realizados em escalas compatíveis com os planos de desenvolvimento. As escalas mais apropriadas para as regiões com baixa densidade populacional variam entre 1:250.000 e 1:100.000, podendo entretanto ser maiores em função de interesses específicos.

2.7.2.1 Condições Básicas

As metodologias e sistemáticas a serem adotadas na realização do mapeamento geotécnico deverão sempre atender a duas premissas básicas, ou seja uma abordagem curativa ao mapeamento, quando já são constatados problemas decorrentes de uma ocupação inadequada, ou medidas preventivas e gerenciais com vistas a eliminar, ou pelo menos minimizar, futuros problemas. A [Figura 2.1](#) ilustra os diversos procedimentos que deverão ser utilizados na elaboração dos mapas geotécnicos que visem atender cada uma destas premissas.

2.7.2.2 Documentos Gráficos

Para elaboração dos mapas geotécnicos são analisados, interpretados e integrados diversos documentos. Dentre estes, destacam-se os gráficos que podem ser classificados em mapas básicos fundamentais, mapas básicos opcionais, mapas auxiliares e cartas derivadas ou interpretativas.

2.7.2.2.1 Mapas Básicos Fundamentais

Este conjunto de produtos deve fazer parte do pacote de informações sobre o meio físico necessárias a execução do mapa geotécnico, independentemente das características ambientais da região a ser trabalhada.

Consideram-se mapas básicos fundamentais os seguintes produtos gráficos:

- Carta Topográfica.
- Mapa Geológico.
 - Mapa do Substrato Geológico.
 - Mapa de Materiais Inconsolidados.
 - Mapa Estrutural.
- Mapa de Recursos Hídricos.
 - Mapa Hidrogeológico.
 - Mapa Hidrológico.

2.7.2.2.2 Mapas Básicos Opcionais

Neste grupo de dados gráficos estão inclusos uma grande variedade de produtos, podendo alguns até mesmo, serem considerados como fundamentais em função das características físicas da área trabalhada e dos objetivos do mapeamento geotécnico.

Dentro deste grupo destacam-se os seguintes produtos:

- Mapa Geomorfológico.
- Mapa Pedológico.
- Mapa Geofísico.
- Carta de Declividade.
- Mapa Climático.
- Mapa Fitológico.
- Mapa das Bacias Hidrográficas.
- Mapa de Uso e Ocupação do Solo.
 - Atual.

- Prevista.

2.7.2.2.3 Mapas Auxiliares

O produto auxiliar mais utilizado durante a confecção do mapa geotécnico é o mapa de documentação ou de dados e sua grande importância consiste no registro das informações pré-existentes e/ou geradas durante a elaboração do trabalho, tais como afloramentos, pontos de coleta de dados, pontos de amostragem geoquímica, postos meteorológicos, perfis geológico-geotécnicos, sondagens, poços profundos, caminhamento.

2.7.2.2.4 Cartas Derivadas ou Interpretativas

As cartas derivadas ou interpretativas são resultado da análise e interpretação integrada de várias cartas básicas, sejam elas fundamentais ou opcionais. Como parte deste grupo de produtos, existem as cartas das condições geotécnicas, cartas de zoneamento geotécnico geral e cartas de zoneamento geotécnico específico.

Nas cartas das condições geotécnicas o meio físico é caracterizado através da análise de seus atributos sem que exista a preocupação de se proceder um zoneamento das áreas com condições similares, não se deve, portanto, enfatizar um determinado uso específico. Este produto é recomendado aos trabalhos elaborados em escalas menores que 1:100.000.

As cartas de zoneamento geotécnico geral, têm como objetivo básico, delimitar as zonas que apresentem características geotécnicas homogêneas. Este zoneamento, também considerado como multifinalidade, não considera qualquer tipo de uso e ocupação específica.

As cartas de zoneamento geotécnico específico, também denominadas de cartas de aptidão, são geralmente elaboradas em escalas maiores que 1:50.000. Nestes produtos são realizados zoneamentos geotécnicos dirigidos a um único tipo de ocupação do meio físico (fundação, irrigação, estradas, obras enterradas etc).

Dentre as cartas e zoneamento geotécnico específico mais usuais, tem-se:

- Carta de Fundação.
- Carta de Potencial a Erosão.
- Carta de Escavabilidade.
- Carta de Potencial Agrícola.
- Carta de Disposição de Rejeitos e Resíduos.
- Carta de Potencial para Estocagem Subterrânea.
- Carta de Potencial de Movimentos de Massa.
- Carta de Potencial de Escoamento Superficial e Infiltração.
- Carta para Irrigação.
- Carta de Potencial a Corrosividade.
- Carta de Obras Viárias.
- Carta de Obras Enterradas.
- Carta de Potencialidade Mineral e de Materiais de Construção.
- Carta de Vulnerabilidade de Aquíferos.
- Carta de Restrições Ambientais.

2.7.2.3 Atributos do Meio Físico

O meio físico corresponde a parcela do meio ambiente representada basicamente por uma grande variedade de rochas, solos e corpos d'água, todos associados a uma extensa gama de formas de relevo. As diferentes formas destes componentes do meio físico são caracterizadas através da repetição e arranjo de elementos menores que as compõem. Estes elementos básicos, ou atributos, podem resultar de dois grupos de processos naturais (Zuquette, 1993b).

- processos primários associados a origem dos corpos rochosos e das feições estruturais geológicas (falhas, fraturas, foliações, dobras etc).
- processos secundários responsáveis pela dinâmica do meio físico, pela origem dos perfis de alteração, pelos processos erosivos e deposicionais, pelo regime das águas e pela caracterização do relevo.

A Tabela 2.4 contempla os atributos mais utilizados na elaboração dos diversos produtos gráficos gerados a partir do mapeamento geotécnico.

2.7.2.3.1 Classificação dos Atributos

Zuquette (1987) realça a importância da definição e identificação dos atributos necessários ao correto estabelecimento dos componentes que compõem os mapas geotécnicos. Este procedimento tem que considerar a grande variabilidade dos atributos que podem ser absolutos, presentes ou ausentes; qualitativos, quantitativos ou não mensuráveis; constantes ou variáveis no espaço e/ou no tempo; podendo ainda existir no espaço e no tempo com ou sem relações causa-efeito.

Entretanto estes atributos podem ser agrupados em:

- atributos de tempo que resultam nas unidades temporais definidas por linhas de tempo e determinadas por métodos de datação (paleontologia, geocronologia etc.);
- atributos de espaço que dão origem as unidades espaciais caracterizadas por limites físicos;
- atributos inerentes à qualidade ou às propriedades dos materiais tendo com resultado a definição das unidades tipológicas definidas por uma grande variedade de propriedades e
- atributos das relações entre objetos que resultam nas unidades de relação caracterizadas por varias relações de tempo e/ou geométricas.

Tabela 2.4 - Informações do meio ambiente fundamentais ao planejamento. (*) Atributos que devem ser priorizados.

Componentes	Tipo/Aspecto	Grupos de Atributos	Atributos
Águas	Superficiais		1* Escoamento superficial
			2* Infiltração (infiltração potencial)
			3* Áreas de acúmulo d'água (drenabilidade)
			4* Características físico-químicas
			5 Densidade de canais
			6 Bacias hidrográficas de 3ª ordem (Strahler)
			7 Tempo de concentração
	Subterrâneas		8 Interferência de lentes salgadas
			9* Aquíferos livres e confinados
			10* Áreas de recarga
			11* Profundidade/espessura
			12 Poços
			13* Senilidade
			14* Características físico-químicas
Geomorfologia	Morfometria	15* Altitudes (amplitudes)	
		16* Declividade e sentido	
	Morfologia	17* Landforms (encostas, bacia de inundação etc.)	
		18* Formas de encosta	
		19* Comprimento das encostas e landforms	
Geologia	Substrato Rochoso	Materiais	20* Tipo rochoso ou grupo litológico
			21* Litologia
			22* Mineralogia
			23* Densidade
			24* Resistência mecânica
			25* Permeabilidade

			26° Estruturas (descontinuidades e atitudes)
			27° Descrição (em área e profundidade)
			28° Profundidade
			29° Grau de intemperismo
			30° Alterabilidade (resistência)
			31° Potencial para material de construção
	Materiais Inconsolidados	Evidências de Processos	32° Erosão (ocorrência de feições)
			33° Deposição (assoreamento-indícios)
			34° Sismicidade
			35° Subsidência (área de calcários etc.)
			36° Movimento de massa (escorregamentos etc.)
		Gerais	37 Textura e equivalentes
			38° Origem
			39 Fator de retardamento, dispersividade etc.
			40° Distribuição (em área)
			41 Permeabilidade
			42° Índice de vazios
		Específico	43° Mineralogia
			44° Erodibilidade
			45° Fertilidade
	46° Potencial de salinidade		
	47° Expansibilidade		
	48 Colapsividade (potencial)		
	49° Variação em profundidade		
		50° Características químicas (pH, SO ₃ S)	
		51° Capacidade de campo e ponto de murchamento	
		52° C.T.C. (capacidade de troca catiônica)	
		53° Processos de intemperismo e pedológicos	
		54° pH (H ₂ O e KCl) (Δ pH)	
		55° Resistência mecânica/suporte (S.P.T.)	
		56° Massa específica e aparente seca, umidade ótima	
		57° Potencial para aterros	
	Feições do Tectógeno		58 Áreas de aterro e entulhos
			59 Áreas utilizadas para exploração de materiais para construção civil
			60 Áreas de empréstimos
			61 Antigos depósitos de rejeitos e resíduos
Biológico	Cadeia Alimentar Habitat		• Interdependência entre vários organismos
			• Salinidade, temperatura, profundidade
			• Tipo, B.O.D, C.O.D.
	Animais	Terrestres	• Sedimentos
	Vegetação	Tipo	• Inventário
			• Distribuição e tendências
			• Valor econômico ou preservacionista
Climáticos			62° Pluviosidade
			63° Temperatura
			64 Umidade relativa
			65 Ventos
			66 Insolação
			67° Evapotranspiração
			68° Intensidades pluviométricas
Sócio- Econômicos	Socials, Educacionais e Econômicos		69 População, saúde, escolas e necessidades da população
			70 Uso do solo, indústrias, tipos de rejeitos, postos de gasolina e dutos

Fonte: Zuquette (1993b)

2.7.2.3.2 Obtenção dos Atributos

Segundo Zuquette (1993b), a obtenção dos atributos pode ser efetuada através de três procedimentos básicos:

- Obtenção de atributos a partir do estabelecimento de malhas regulares.
- Obtenção através da consulta de documentos isolados para cada componente do meio físico e produzidos por diferentes equipes.
- Obtenção baseada num sequencial básico.

A preocupação inicial que deve nortear a coleta dos atributos, consiste na representatividade das informações a serem coletadas. A determinação do número mínimo de pontos necessários a elaboração de um mapa geotécnico deve ser precedida por uma criteriosa análise variográfica, visto que, a grande maioria dos atributos a serem utilizados, constituem-se de variáveis regionalizadas, ou seja, apresentam uma distribuição espacial e mantêm correlação entre si. Os atributos utilizados para elaboração dos mapas geotécnicos podem ser obtidos a partir das mais variadas maneiras (Tabela 2.5), desde procedimentos que se limitam a fornecer valores estimados, como é o caso da determinação do tempo de concentração de uma bacia hidrográfica, até métodos laboratoriais que carecem da utilização de instrumentais sofisticados, tais como o esclerômetro de Smicht, que é usado da determinação da resistência mecânica de amostras de rocha.

Tabela 2.5 - Formas e métodos mais adequados para obtenção dos atributos. (A) zoneamento ambiental, (B) mapeamento geotécnico básico, (E) erosão e (Z) zoneamento geoambiental

Componentes	Tipo/Aspecto	Atributos	Formas de Obtenção	Finalidade
-------------	--------------	-----------	--------------------	------------

Água	Superficial	Escoamento superficial	Relativa (método de Cook) e estimativa	E e Z		
		Infiltração (infiltração potencial)	Relativa, ensaios de campo e estimativa	B		
		Áreas de acúmulos de água (temporário e permanente)	Fotointerpretação	B e Z		
		Características físico-químicas (pH, Ca, turbidez)	Análises laboratoriais e análises com padrões em campo	B		
		Bacias hidrográficas	Fotointerpretação	E, B e Z		
		Densidade de canais	Fotointerpretação	E e B		
		Tempo de concentração	Estimativa	E		
		Canais de denagem com fluxo permanente	Trabalhos de campo, fotointerpretação (fotos aéreas e imagens de satélite)	B e Z		
	Subterrânea	Lentes salgadas	Trabalhos de campo	B e Z		
		Aqüíferos (livres e confinados)	Fotointerpretação	Z		
		Aqüíferos (livres e confinados)	Trabalhos de campo	Z		
		Áreas de recarga	Fotointerpretação	Z		
		Profundidade e espessura do Aqüífero	Trabalhos de campo, geofísica e sondagens	B		
		Fontes naturais	Trabalhos de campo (GPS)	B e Z		
		Pços existentes	Registros e trabalhos de campo (GPS)	B		
		Escoamento básico	Relativa	E e Z		
		Características físico-químicas (ph, ce)	Análises laboratoriais e análises com padrões de campo	B		
		Áreas de descargas	Trabalhos de campo e fotointerpretação	Z		
		Geomorfologia	Morfometria	Altitude (amplitude)	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B
				Declividade	Trabalhos de campo, fotointerpretação e escritório	E, B e Z
Direção do Sentido	Fotointerpretação			E e B		
Morfologia	Maior da declividade		Escritório	E e B		
	Landforms		Fotointerpretação	E, B e Z		
	Formas das encostas ou dos Landform (vertical e longitudinal)		Fotointerpretação	E e B		
Geologia	Substrato Rochoso	Comprimento das encostas e dos Landforms	Fotointerpretação	E e B		
		Tipo rochoso ou grupo litológico	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B		
		Litologia	Trabalhos de campo	B e Z		
		Mineralogia	Laboratório	E e B		
		Densidade aparente	Ensaios	B		
		Porosidade aparente	Ensaios	B		
		Profundidade e espessuras	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B		
		Distribuição (em área e em profundidade)	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z		
		Estruturas (descontinuidades)	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B		
		Grau de Intemperismo	Trabalhos de campo e laboratório	B		
		Alterabilidade (potencial)	Laboratório	B		
		Condutividade hidráulica	Ensaios, analogia relativa e estimativa	B		
		Resistência mecânica	Estimativa	B		
		Evidências de Processos	Disposição (indícios de assoreamento)	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z	
	Sismicidade (intensidade)		Registros			
	Subsidência (áreas de calcários escavações abandonadas)		Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z		
	Erosivos (concentrados e laminares)		Fotointerpretação trabalhos de campo	B e Z		
	Alterações naturais nos canais de drenagem		Fotointerpretação e trabalhos de campo	Z		
	Movimentos de massa (escorregamentos, creep etc.)		Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z		
	Materiais Inconsolidados		Origem (residual e retrabalhado)	Fotointerpretação, trabalhos de campo e laboratório	E, B e Z	
			Textura	Trabalhos de campo e ensaios de granulometria	E, B e Z	
			Varição em Profundidade (perfil de alteração ou dos materiais inconsolidados)	Trabalhos de campo	E, B e Z	
			Distribuição (em área)	Fotointerpretação e trabalhos de campo	E, B e Z	
		PH (H ₂ O e KCl) / (Δ pH)	Laboratório	B		
		Índice de Vazios	Laboratório	B		
		Mineralogia Básica	Laboratório	B		
		Pesos específicos dos sólidos, aparente seco de campo e aparente seco máximo	Laboratório (ABNT e ASTM)			
		Índice de Erodibilidade	Laboratório	E e B		
		C.T.C. (capacidade de troca catiônica) ou C.T.A.	Método do IAC e absorção de azul de metileno	B		
		Potencial à Salinidade	Laboratório	Z		
Expansividade (potencial)		Estimativa (mineral. CTC., SE.)	E e B			
Colapsividade (potencial)		Estimativa	B			
Fator de retardamento, dispersividade etc		Laboratório e estimativa	B			
Capacidade de campo e ponto de murchamento (água disponível)		Laboratório, estimativa e medidas de campo	B			
Feições do Tecnógeno		Potencial quanto a fertilidade	Laboratório e estimativa	Z		
	Processo de intemperismo e/ou de alteração	Trabalhos de campo e laboratório	B			
	Condutividade hidráulica	Medidas de campo laboratório e estimativa	B			
	Resistência mecânica/Suporte S.P.T.	Ensaio e estimativa	B			
	Equivalente areia	Laboratório	B			
	Áreas de aterros e entulhos	Fotointerpretação e trabalhos de campo				
	Áreas utilizadas para exploração de materiais para construção	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z			
	Depósitos Relacionados à Exploração Minera	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z			
	Explorações minerais	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z			

		Antigos depósitos de rejeitos e resíduos	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z
		Depósitos de alterações antrópicas junto aos canais de drenagem	Fotointerpretação e trabalhos de campo	B e Z
Biológicos	Corpos de água	Tipos e distribuição	Fotointerpretação e trabalhos de campo	Z
		Salinidade, B.O.D., C.O.D., temperatura, profundidade do corpo aquoso e luminosidade		A
		Sedimentos		A
		Interdependência entre os organismos		A
				Z
	Animais	Tipos		Z
		Inventários		Z
		Anomalias		Z
		Distribuição e tendências		Z
		Valor econômico ou preservacionista		A
	Vegetação Natural	Inventários	Fotointerpretação	A
		Tipos		Z
		Anomalias		A
		Distribuição e tendências	Fotointerpretação	Z
		Valor econômico ou preservacionista		A e Z
		Classificação quanto a taxa de massa verde		Z
		Profundidade das Raízes		Z
		Capacidade de retenção de água na superfície		Z
	Vegetação Antrópica	Tipos/ciclos		Z
		Classificação quanto a taxa de massa verde		Z
Profundidade das raízes			Z	
Capacidade de retenção de água na superfície			Z	
Climáticos	Pluviosidade	Postos Meteorológicos	E, B e Z	
	Temperatura	Postos Meteorológicos	Z	
	Umidade relativa	Postos Meteorológicos	A	
	Direção e velocidade do vento	Postos Meteorológicos	B	
	Insolação	Postos Meteorológicos	B	
	Evapotranspiração	Postos Meteorológicos	B e Z	
	Intensidade pluviométrica	Postos Meteorológicos	E, B e Z	
	Distribuição temporal das chuvas	Postos Meteorológicos	E, B e Z	
Processos Recentes Antrópicos Superficiais	Cordões de nível		Z	
	Canais construídos para drenagem (com ou sem proteção)		Z	
	Barragens ou barramentos (qualquer tipo)		Z	
	Áreas com Irrigação		Z	
	Obras que Interferem no fluxo das águas subterrâneas		Z	
Sócio-Econômicos	Sociais Educacionais	População, saúde e escolas	A	
	Econômicos	Necessidades da população	A	
		Usos atuais do solo, indústrias, tipos de rejeito, postos de gasolina, dutos	A	

Fonte: Zuquette (1993b)

2.7.2.3.3 Atributos Utilizados na Elaboração das Cartas Derivadas ou Interpretativas

Para elaboração das cartas derivadas ou interpretativas são analisados, interpretados e interrelacionados vários conjuntos de atributos, objetivando-se, desta maneira, caracterizar unidades homogêneas sob o ponto de vista geotécnico (Zuquette, 1993).

Nas Tabelas 2.6 a 2.19 estão relacionados os atributos que devem ser utilizados na elaboração de algumas cartas interpretativas, assim como, o grau de prioridade de cada atributo (1 = maior e 2 = menor).

Tabela 2.6 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Vulnerabilidade das Águas.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos	
Águas	Superficiais	1	Escoamento superficial	
		1	Infiltração	
		1	Bacias hidrográficas	
	Subterrâneas	2	Presença de lentes salgadas	
		1	Aqüíferos	
		1	Áreas de recarga	
		1	Profundidade e espessura do aquífero	
		2	Poços existentes	
		1	Características físico-químicas	
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade	
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia	
		1	Mineralogia	
		1	Profundidade	
		1	Distribuição	
		1 - 2	Estruturas	
		1	Subsidência	
		1	Permeabilidade	
		Materiais Inconsolidados	1	Textura
			1	Variação em profundidade
			1	Distribuição em área

		1	C.T.C. / C.T.ª
		1	Δ pH
		1	Mineralogia
	Específicos	1	Fator de retardamento
		1	Características químicas
		1	Permeabilidade
Tecnógeno		1	Antigos depósitos de rejeitos e resíduos
Climáticos		2	Pluviosidade
		1	Intensidades pluviométricas
Sócio-econômicos		1	Uso do solo

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.7 Atributos utilizados na elaboração da Carta Para Estocagem Subterrânea.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	1	Infiltração
		1	Drenabilidade
	Subterrâneas	1	Aquíferos
		1	Áreas de recarga
		1	Características físico-químicas
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade
	Morfologia	2	Landforms
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia
		2	Mineralogia
		2	Profundidade
		1	Distribuição em área
		1	Estruturas
		1	Grau de intemperismo
		2	Subsidência
		1	Alterabilidade
		Materiais Inconsolidados	2
	1		Índice de erodibilidade
	1		Movimentos de massa
	2		Permeabilidade
	Específicos	1	Fator de retardamento
2		Permeabilidade	

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.8 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Potencial para Ocorrência de Movimentos de Massa.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade
		1	Landforms
	Morfologia	1	Forma das encostas ou landforms
		2	Extensão das encostas
		1	Evidência de movimentos de massa
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia
		2	Mineralogia
		1	Estruturas
		1	Grau de intemperismo
		1 - 2	Resistência mecânica
		1 - 2	Alternância de litologias
		Materiais Inconsolidados	1
	1		Textura
	1		Varição em profundidade
	2		Distribuição em área
	1		Mineralogia
	1		Expansividade
	Específicos	1	Permeabilidade
1		Permeabilidade	
Tecnógeno		1	Áreas de aterros e entulhos
		2	Antigos depósitos de rejeitos e resíduos
Climáticos		1	Pluviosidade
		2	Insolação
		2	Evapotranspiração
		1	Intensidade pluviométrica

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.9 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Potencial para Ocupação Agrícola.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	1	Áreas de acúmulo de águas
	Subterrâneas	1	Profundidade do N.A.
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade
Geologia	Substrato Rochoso	1	Profundidade

		1	Estruturas
	Materiais Inconsolidados	1	Textura
		1	C.T.C. ou C.T.A.
		1	Δ pH
		1	Capac. de campo e p ^o de murchamento
		1	Consistência
		1	Níveis de umidade
		1	Saturação em bases
		1	Nutrientes
		1	Pedregosidade
		1	Porcentagem de matéria orgânica
		1	Salinidade + sódio trocável

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.10 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Potencial Mineral.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	2	Drenabilidade
	Subterrâneas	1	Profundidade do N.A.
Geomorfologia	Morfometria	2	Declividade
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia
		1	Mineralogia
		1	Profundidade
		1	Associações minerais
		1	"Modelo de jazimento"
	Materiais Inconsolidados	1	Textura
		1	Mineralogia
		1	Forma de ocorrência (origem)
		1	Características químicas

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.11 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Potencial de Materiais para Construção Civil.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	1	Drenabilidade
	Subterrâneas	1	Profundidade do N.A.
Geomorfologia	Morfometria	2	Declividade
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia
		1	Mineralogia
		2	Densidade
		1	Profundidade
		1	Descontinuidades
		1	Absorção de água
		1	Desintegração por sulfato
		2	Polimento
		2	Resistência
		Materiais Inconsolidados	1
	1		Mineralogia
	2		Características químicas
	2		Presença de laterita
	Específicos		1

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.12 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Fundações.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Subterrâneas	1	Profundidade do N.A.
		1	Corrosividade
Geomorfologia	Morfometria	2	Declividade
Geologia	Substrato Rochoso	2	Litologia
		1	Profundidade
		1	Estruturas (descontinuidades)
		2	Inclinação do topo rochoso
		1	Minerais expansivos (expansividade)
		Materiais Inconsolidados	1
	1		Varição em profundidade
	1		Índice de vazios
	1		Presença de matações
	1		Presença de camada orgânica
	1		Camadas compressíveis
	2		Corrosividade

Tecnógeno	Específicos	1	Expansibilidade
		1	Resistência / suporte
		2	Áreas de aterros e entulhos
		1	Antigos depósitos de rejeitos e resíduos

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.13 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Escavabilidade.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	2	Drenabilidade
		2	Profundidade do N.A.
	Subterrâneas	1	Corrosividade
Geomorfologia	Morfometria	2	Declividade
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia
		1	Profundidade
		1	Estruturas
		1	Alterabilidade
	Materiais Inconsolidados	2	Textura
		1	Presença de níveis com matacões
		1	Presença de camadas orgânicas
		1	Presença de camadas laterizadas
		2	Grau de compactação
		2	Expansibilidade
	Tecnógeno		1
1			Antigos depósitos de rejeitos e resíduos
Ocupação		1	Distância das construções

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.14 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Estradas.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	1	Drenabilidade
		1 - 2	Densidade de canais
	Subterrâneas	1	Profundidade do N.A.
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade
	Morfologia	2	Landforms
Geologia	Substrato Rochoso	2	Litologia
		1	Profundidade
		1	Estruturas
		1	Alterabilidade
		1	Escavabilidade
		1	Textura
	Materiais Inconsolidados	1 - 2	Índice de erodibilidade
		1	Presença de matacões
		1	Presença de camadas compressivas
		1	Classificação M.C.T.
		1	Expansibilidade
		2	Permeabilidade
		1 - 2	Resistência mecânica - suporte
Tecnógeno		1	Áreas com exploração de material de construção
		1	Antigos depósitos de rejeitos e resíduos

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.15 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Potencial à Corrosividade.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	1	Drenagem superficial
		1	Profundidade do N.A.
	Subterrâneas	1	Salinidade
		1	pH
		1	SO ₃ (%)
		1	Potencial de Redox
		1	Condutividade hidráulica
Geologia	Substrato Rochoso	1	SO ₃ (%)
		1	SO ₃ (%) e S
	Materiais Inconsolidados	1	pH
		1	Potencial de Redox
		1	Salinidade
		1	Antigos depósitos de rejeitos e resíduos
Tectógeno		1	Áreas de aterro e entulhos

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.16 - Atributos utilizados na elaboração da Carta para Disposição de Resíduos.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos		
Águas	Superficiais	1	Escoamento superficial		
		1	Infiltração		
		1	Áreas de acúmulo de águas		
		1	Direção do fluxo		
	Subterrâneas	1	Áreas de recarga		
		1	Profundidade do N.A.		
		1	Fontes naturais		
		1	Poços existentes		
		1	Direção do fluxo		
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade		
	Morfologia	2	Landforms		
		2	Divisor de águas superficiais		
		1	Zonas alagadas		
		1	Zonas sujeitas e inundação		
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia		
		1	Profundidades		
		1 - 2	Estruturas		
	Evidências de Processos	1	Erosão		
		1	Movimentos de massa		
	Materiais Inconsolidados	1	Textura		
		1	Variação em profundidade		
		1	pH (H ₂ O e KCl) / (Δ pH)		
		1	Mineralogia		
		2	Índice de erodibilidade		
		1	C.T.C ou C.T.A.		
		1	Potencial de salinidade		
		2	Presença de matações		
		1 - 2	Características de compactação		
		1 - 2	Presença de camadas compressivas		
		Específicos	2	Colapsividade	
			1	Fator de retardamento	
		Climáticos		1 - 2	Pluviosidade
				1	Direção e velocidade dos ventos
	2		Evapotranspiração		

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.17 - Atributos utilizados na elaboração da Carta para Exploração das Águas.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	1	Densidade de canais
	Subterrâneas	1	Áreas de recarga
		2	Fontes naturais
		1	Características físico-químicas
Geomorfologia	Morfologia	1	Landforms
Geologia	Substrato Rochoso	1	Litologia
		1	Profundidade
		1	Distribuição
		1 - 2	Estruturas
	Materiais Inconsolidados	1	Variação de perfil
		1	Textura
		1	Variação em profundidade
		1	Distribuição
Tecnógenos		1	Antigos depósitos de rejeitos e resíduos
Climáticos		1	Pluviosidade

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.18 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Escoamento Superficial e Infiltração.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Subterrâneas	2	Profundidade do N.A.
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade
		1	Densidade de canais
Geologia	Morfologia	1	Landforms
	Substrato Rochoso	1 - 2	Litologia
		2	Profundidades
Materiais Inconsolidados	1	Textura	
	1	Variação em profundidade	

		1	Infiltração
	Climáticos	1 - 2	Pluviosidade
		1	intensidade pluviométrica

Fonte: Zuquette (1993b)

Tabela 2.19 - Atributos utilizados na elaboração da Carta de Potencial de Risco a Erosão.

Componentes	Tipo/Aspecto	Prioridade	Atributos
Águas	Superficiais	2	Densidade de canais
	Subterrâneas	2	Profundidade do N.A.
Geomorfologia	Morfometria	1	Declividade
	Morfologia	2	Landforms
		1	Forma da encostas
		1	Comprimento das encostas
Geologia	Substrato Rochoso	2	Litologia
		1	Profundidade
	Materiais Inconsolidados	1	Origem
		1	Textura
		1	Índice de erodibilidade
	Específicos	1	Permeabilidade
	Climáticos		1
		1	intensidade pluviométrica

Fonte: Zuquette (1993b)

3 REVISAO BIBLIOGRAFICA

Tendo em vista a grande quantidade de artigos analisados como parte desta revisão bibliográfica, optou-se em agrupá-los cronologicamente conforme o tema em que mais se adequassem, visando desta maneira facilitar a consulta deste capítulo.

3.1 Cartografia Geotécnica

Infanti Junior (1976) considerou que a Geologia de Planejamento deve abranger as seguintes áreas de atuação: definição das limitações do ambiente físico, planejamento técnico para uma utilização mais racional, segura e econômica do meio físico, participação em projetos voltados ao planejamento do uso do solo, elaboração de normas e a fiscalização do uso e participação na elaboração de métodos de recuperação e controle de processos de degradação ambiental.

Prandini (1976) afirmou que a Geologia de Planejamento, além de subsidiar a gestão do uso territorial e urbano, deve participar de programas de recuperação e controle de áreas degradadas. Este autor agrupou os principais problemas decorrentes de uma inadequada ocupação do meio físico em três categorias: os associados à erodibilidade, aos movimentos de massa e ao abastecimento d'água.

Zaratin (1976) apresentou os resultados obtidos nos estudos da fisiografia aplicados na determinação da aptidão do sítio metropolitano à expansão urbana. Neste estudo, que fez parte do Plano de Desenvolvimento Integrado da Grande São Paulo, foram analisados os seguintes elementos do meio físico: compartimentação geomorfológica, geologia, declividade, solos, vegetação, regime pluviométrico e os índices de poluição do ar, do solo e da água

Constanzo Junior et al. (1978) estabeleceram um panorama geotécnico preliminar das unidades geológicas mapeadas na Região de Santa Maria-RS em função da determinação de algumas de suas características físicas (resistência a escavação, capacidade de suporte, água subterrânea, erodibilidade, estabilidade de taludes naturais e características de fundação).

Maciel Filho (1978) realizou um mapeamento geotécnico em Santa Maria-RS com objetivo de estabelecer critérios práticos para a solução de problemas comuns às administrações municipais brasileiras e decorrentes de uma inadequada ocupação territorial, tais como: formação de boçorocas e comprometimento da qualidade e quantidade das águas subterrâneas.

Prandini et al. (1978) elaboraram uma carta geotécnica que abrangeu uma faixa adjacente ao canal do Rio Tietê a partir da compilação e tratamento de dados geológicos e geotécnicos prévios. Esta carta foi considerada um documento de grande importância estratégica ao desenvolvimento de serviços públicos na Cidade de São Paulo.

Siegnemartin & Fúlfaro (1981) publicaram um trabalho, realizado na área urbana de Ribeirão Preto-SP, que estabeleceu o uso dos materiais de cobertura frente a parâmetros de aptidão (fundações, escavabilidade, resistência ao cisalhamento, instalação de sistemas de saneamento, drenabilidade etc.).

Hutchinson (1983) estudou deslizamentos em cinco falésias situadas na costa sul da Inglaterra e que são constituídas por um estrato competente sobreposto a uma camada de argila dura e fraturada. Estas estruturas de colapso podem ocorrer quando a camada de argila situa-se acima (zona S), abaixo (zona M) ou coincidente com o nível médio do mar (zona Z). Geralmente os deslizamentos costeiros translacionais mais importantes ocorrem na zona Z. A localização, largura e número de deslizamentos que ocorrem nesta zona, são, provavelmente, uma importante função da altura e natureza da falésia, grau de mergulho da costa, alcance da maré, energia das ondas que alcançam a costa e grau de atividade dos deslizamentos.

Barroso & Cabral (1984) enfatizaram a necessidade da adoção de uma abordagem geotécnica nos mapeamentos geológicos sistemáticos, facultado, desta maneira, a obtenção de informações adicionais referentes aos materiais naturais de construção.

Ferrante & Gandolfi (1984) apresentaram uma metodologia fotointerpretativa destinada a elaboração de cartas temáticas básicas (permeabilidade, uso de solo e geológico-geotécnica) que analisadas juntamente com a carta de declividade, permitiu prever eventuais ocorrências de problemas de instabilidade de taludes, aumento de processos erosivos e de assoreamento, além de fornecer subsídios técnicos indispensáveis a prevenção de contaminação química das águas e dos solos.

Pedroto & Barroso (1984b) propuseram a confecção de um mapa de planejamento de uso do solo em áreas dos municípios de Saquarema e Maricá-RJ a partir da complementação ou justaposição do mapa geológico-geotécnico ao mapa de declividade, objetivando obter

informações inerentes ao meio físico, tais como: drenabilidade, adequabilidade a implantação de fossas sépticas, condições de abastecimento d'água, instabilidade de solos e condições de fundação.

Zuquette & Gandolfi (1984a) elaboraram cartas básicas da região da Grande Cuiabá-MT (substrato rochoso, materiais de cobertura, declividade e hidrogeologia) para serem utilizadas no mapeamento geotécnico, além de apreciarem as condições geotécnicas do meio físico no tocante a diversos tipos de ocupação (fundações, escavabilidade, permeabilidade, escavabilidade, traficabilidade, instalação de equipamentos sépticos e uso de materiais para construção civil).

Zuquette & Gandolfi (1984b), denunciaram, ainda, a existência de vários tipos de problemas ambientais na região sudeste de Mato Grosso em decorrência da inadequada ocupação do meio físico.

Ávila et al. (1987a) confeccionaram um mapa geotécnico (1:10.000) como parte integrante do projeto "Planejamento de Uso e Ocupação do Solo Urbano e Rural do Município de Itapeví-São Paulo", baseando-se fundamentalmente, na interpretação integrada de elementos do meio físico (geologia, geomorfologia e pedologia).

Ávila et al. (1987b) elaboraram a Carta Geotécnica do Município de São Paulo a partir da identificação de áreas geotecnicamente homogêneas, analisando dados geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e ocupação do solo.

Barroso et al. (1987) estudando a encosta da Favela de Santa Marta-RJ, propuseram algumas soluções para problemas relacionados à queda, rolamentos ou deslizamentos de blocos; acúmulos de blocos, ocorrência de lascas, instabilidade de taludes, disposição de lixo e depósitos de talus ou colúvio em contato com a escarpa rochosa.

Fernandes et al. (1987) revisaram a Carta Geotécnica da Região Metropolitana de São Paulo e confeccionaram uma carta de aptidão física ao assentamento urbano, destinada a melhorar as condições de parcelamento territorial, orientar a elaboração das legislações de uso e ocupação do solo e preparação de planos diretores.

Pejon & Rodrigues (1987) discutiram sobre a elaboração das cartas de adequabilidade à fundações, obras viárias e a disposição de rejeitos, como parte de uma análise geológico-geotécnica realizada na região de Araraquara - SP.

Zuquette & Gandolfi (1987a) sugeriram uma metodologia para elaboração de cartas de rejeitos sépticos baseada na análise de atributos do meio físico (declividade, material inconsolidado, profundidade do nível d'água, profundidade e características do substrato rochoso, evaporação, escoamento superficial, pluviosidade e a existência de camadas compressivas).

Zuquette & Gandolfi (1987b) propuseram uma metodologia de mapeamento geotécnico dirigida a áreas municipais. Nesta metodologia, as possíveis formas de ocupação (fundações, escavações, disposição de rejeitos, estradas, obras enterradas etc.) seriam confrontadas com os atributos do meio físico (tipo de material, natureza e perfil dos materiais, espessura dos materiais, profundidade do nível d'água, declividade etc.) tendo-se sempre em mente as limitações técnicas para obtenção destes atributos.

Aguair & Gandolfi (1990) ao desenvolverem o mapeamento geotécnico da área de expansão urbana de São Carlos-SP, elaboraram as seguintes cartas interpretativas: erodibilidade, escavabilidade, disposição de rejeitos sépticos, materiais de construção, obras enterradas e obras viárias de carta de orientação. Deste trabalho, os autores concluíram que a área trabalhada exibe boas condições para escavações, obras enterradas, construção de obras viárias e extração de materiais para construção civil. Entretanto, apresenta baixas aptidões para disposição de rejeitos sépticos e aterros sanitários.

Augusto Filho & Almeida (1990) divulgaram a metodologia utilizada na elaboração da Carta Geotécnica da Serra do Mar que possibilitou a identificação de dezoito classes homogêneas quanto ao grau de susceptibilidade a escorregamentos translacionais em solos. Este resultado foi obtido através da análise conjunta de três condicionantes básicos (vegetação, declividade e tipologia da encosta).

Cerri (1990) propôs a elaboração de cartas de conflito de uso onde seriam delimitadas as áreas onde se praticou o uso inadequado do solo e onde ocorressem problemas de ordem geológico-geotécnica, visto que estas intervenções podem acarretar situações de conflito ou de risco.

Cerri et al. (1990a) desenvolveram estudos voltados para a identificação de áreas sujeitas a processos de instabilidade no trecho paulista da Serra do Mar, propondo medidas peculiares para cada caso, de forma a prevenir, reduzir ou até mesmo eliminar a ocorrência destes riscos geológicos. Da execução destes estudos, os autores concluíram que o principal elemento deflagrador dos processos de escorregamentos são as chuvas. Foi proposta nesta ocasião, a elaboração de uma carta geotécnica para as áreas urbanas de

maneira a subsidiar os Planos Diretores Municipais.

Cerri et al. (1990 b) apresentaram, ainda, um roteiro metodológico destinado a elaboração de cartas de risco geológico.

Lima Filho & Alheiros (1990) estudando dois níveis de terraços marinhos (Pleistocênico e Holocênico) na planície do Recife, concluíram que as argilas AT (Argilas Transicionais) poderiam ser individualizadas das argilas SFL (Sistema Flúvio-Lagunares) com base nos dados de SPT.

Maretti & Rodrigues (1990) apresentaram uma metodologia voltada a cartografia geotécnica para a região estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia-RJ utilizando a metodologia PUCE e considerando a geomorfologia como indicador mais significativo na compartimentação dos terrenos. Outros indicadores utilizados e com graus de importância sucessivamente inferiores foram as informações geológicas, pedológicas, de declividade, de inundabilidade e de mobilidade costeira.

Prandini et al. (1990) enfatizaram a contribuição da Geologia de Engenharia como parte de uma política de enfrentamento aos acidentes geológicos de caráter, tanto emergencial quanto preventivo, através da elaboração de cartas geotécnicas.

Souza (1990) apresentou um manual de fundamentos cartográficos e as diretrizes gerais para elaboração de mapas geológicos, geomorfológicos e geotécnicos. Neste trabalho são abordadas, dentre outros assuntos, as diferenças conceituais entre os mapas, cartas, folhas e plantas.

Zuquette et al. (1990) agruparam os riscos geológicos em quatro grupos básicos em função das condicionantes que lhes dão origem. (1) riscos relacionados a fenômenos naturais, independente da forma de ocupação, (2) riscos associados a fenômenos naturais induzidos pela ocupação em áreas potencialmente problemáticas, (3) riscos provocados por uma ocupação inadequada em áreas potencialmente sem problemas e (4) riscos decorrentes de limitações do meio físico plenamente contornáveis porém desconhecidas antes da ocupação.

Zuquette & Gandolfi (1990) divulgaram os resultados do mapeamento geotécnico da Folha Campinas-SP (1:50.000) e que indicaram áreas onde a ocupação deve ser evitada em função da existência de, pelo menos, um dos fatores limitantes identificados (declividade, hidromorfismo, erodibilidade e possibilidade de irrigação).

Augusto Filho (1993) propôs que para elaboração das cartas de risco, deveriam ser tomadas as seguintes preocupações: formulação do modelo fenomenológico do processo geológico, elaboração de duas cartas de risco (caracterização/tipologia dos processos geológicos e determinação dos dados), utilização de mais de uma escala de análise, adoção do modelo proposto pela UNDRO (United Nations Disaster Relief Co-Ordinator), utilização da retroanálise e adequação a realidade sócio-econômica e a legislação brasileiras.

Gusmão Filho (1993) apresenta uma caracterização dos riscos geológicos mais freqüentemente constatados em Recife-PE, via de regra provocados por um crescimento urbano não planejado que expandiu os limites da cidade além dos domínios do mar, rios e mangues. Dentre as conseqüências mais óbvias desta ocupação desordenada destacam-se os deslizamentos, subsidência de aterros, contaminação de recursos hídricos, inundação, erosão marinha e assoreamento.

Zuquette (1993a) apresentou algumas propostas metodológicas para elaboração de cartas de eventos (*hazards*) e de riscos, tais como ZERMOS (1973), Stevenson (1978/1984) e Einstein (1982/1988).

Lollo (1995) aplicou a técnica de avaliação de terrenos na quadrícula de Campinas-SP em dois níveis hierárquicos de "landform" e a considerou altamente compatível com as condições locais, visto que não só os sistemas de terrenos apresentaram íntima relação com o substrato rochoso mas as unidades de relevo também mostraram-se coincidentes com as condições específicas dos materiais inconsolidados.

Barroso et al. (1996) propuseram um diagnóstico ambiental a partir da análise do mapeamento geológico geotécnico no sistema lagunar de Piratinga-Itaipú e bacias hidrográficas adjacentes. Neste trabalho foi dada atenção especial às principais conseqüências da ocupação inadequada tais como, erosão, assoreamento flúvio-lacustre, inundação e poluição dos recursos hídricos.

Bastos & Alves (1996) realizaram o mapeamento geotécnico da porção sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul a partir da análise de dados geológicos e pedológicos complementados por trabalhos de campo. Neste trabalho, foram estabelecidas as características geotécnicas das unidades mapeadas, assim como suas aptidões (construção de fossas sépticas, estradas e fundações), recomendações e limitações.

Brollo et al. (1996) elaboraram um diagnóstico do meio físico que identificou oito unidades

definidas em função de suas características geológicas, geomorfológicas e de fragilidade do terreno. Neste trabalho, baseado na análise da carta geotécnica da Bacia do rio Piracicaba-SP, foram determinadas as aptidões do meio físico quanto a potencialidade dos minerais industriais, potencialidade das águas subterrâneas, susceptibilidade à erosão, diagnóstico de áreas degradadas e a identificação das áreas mais adequadas a disposição de lixo doméstico.

Cerri et al. (1996) propõem a realização do método de detalhamento progressivo para elaboração de cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas que consiste na execução dos trabalhos em três etapas sucessivas. A primeira etapa corresponde a elaboração de cartas e/ou mapas geotécnicos (1:50.000-1:25.000) em áreas de interesse do urbano; na segunda etapa serão confeccionados cartas e/ou mapas geotécnicos (1:10.000-1:5.000) com objetivo de detalhar áreas sugeridas na etapa anterior e na terceira etapa serão realizados estudos geológico-geotécnicos específicos e locais (1:5.000) com vistas a quantificação dos parâmetros geológico-geotécnicos.

Leite & Zuquette (1996) apresentaram um trabalho que consideram fundamental à elaboração de uma carta de susceptibilidade à contaminação de águas subsuperficiais, a análise de atributos geológicos (caracterizar o substrato rochoso e os materiais inconsolidados), hidrogeológicos (caracterizar os aquíferos, áreas de recarga, profundidade/flutuações do nível d'água, direção/sentido do fluxo e possibilidade de contaminações prévias), hidrológicos (caracterizar as bacias hidrográficas), geomorfológicos (declividade), geoquímicos, climatológicos (precipitação e evapotranspiração) e geotécnicas (alterabilidade dos materiais, determinação índice de vazios, da massa específica seca e da massa específica dos sólidos, teor de umidade de campo, características de compactação, permeabilidade, compressividade, colapsividade, capacidade de retenção de contaminantes, capacidade de suporte, movimentos de massa, erodibilidade e potencial hidrogeniônico), além de informações complementares tais como: localização de poços tubulares, das fontes contaminantes e de aeroportos.

Liporaci et al. (1996) confeccionaram a Carta de Riscos Geológicos da área urbana e de expansão de Poços de Caldas-MG, considerando como principais fatores, as características geológicas, geomorfológicas e geotécnicas, além dos processos geodinâmicos externos e internos. Neste trabalho, foram identificadas sem risco geológico, áreas com baixo potencial de risco geológico e áreas com alto potencial de risco geológico.

Lollo & Zuquette (1996) aplicaram a técnica de avaliação de terreno na quadrícula de Campinas-SP a partir da identificação dos "landforms" e da interpretação do seu significado em função dos materiais que lhes são associados. Deste trabalho, foram identificadas sete sistemas de terreno e vinte e seis unidade de terreno.

Nishiyama & Zuquette (1996) utilizaram técnicas de avaliação do meio físico destinadas a caracterização dos materiais inconsolidados residuais e retrabalhados, a partir de uma avaliação conjunta envolvendo as formas de relevo e os processos atuantes (geológicos, geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e hidrogeológicos), além das características observáveis em fotografias aéreas e em trabalhos de campo. A técnica de avaliação adotada, que considerou dois níveis hierárquicos (sistemas e unidades de relevo), identificou 20 unidades de materiais inconsolidados (9 residuais e 11 retrabalhados)

Romão & Souza (1996) desenvolveram o mapeamento geotécnico da região de Águas Claras-DF, a partir da análise conjunta de cartas básicas do meio físico (geologia, pedologia, materiais inconsolidados, substrato rochoso, declividade, hipsometria e feições de relevo) através da utilização de técnicas de geoprocessamento. Deste mapeamento foram geradas as cartas de erodibilidade, fundações, escavabilidade, disposição de rejeitos e obras viárias, além do zoneamento geotécnico geral.

Pfaltzgraff et al. (1996) elaboraram o mapa de indicadores de riscos geotécnicos do município de Jaboatão dos Guararapes-PE a partir da análise conjunta de outros produtos temáticos, tais como: carta topográfica, mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa hidrogeológico, mapa de solos, mapa de vegetação, mapa de declividade e mapa de erodibilidade dos solos.

Zuquette & Pejon (1996) confeccionaram a carta de zoneamento geotécnico geral da região de Franca-SP através do reconhecimento, interpretação e análise de feições de relevo ("landforms") e constataram a adequabilidade da utilização destes elementos de relevo em ambientes inter-tropicais. Os autores concluíram ainda que as unidades definidas representaram adequadamente as variações espaciais e geotécnicas da região, facultado, portanto, sua utilização nos processos de implementação das formas de ocupação e controle do crescimento das áreas urbanas.

3.2 Processos Erosivos

Tompson & Harlett (1969, in Carr 1982) consideraram que: (1) as ondas oceânicas poderão produzir um característico perfil de equilíbrio se permanecerem constantes por um espaço de tempo; (2) as praias tendem constantemente a reajustar o seu perfil ao perfil de equilíbrio associado às condições das ondas prevalecentes; e (3) as respostas das praias são suficientemente rápidas, assumindo sempre um perfil de equilíbrio hipotético a cada aproximação de onda.

Segundo Allen (1981), diversos autores têm associado a erosão costeira à diminuição de suprimento de sedimentos fluviais (Emeryl, 1960 e Koike, 1974), a construção de estruturas de proteção (Bird, 1969), à elevação do nível do mar (Bruun, 1962) e ao aumento do número de tempestades (Hayden, 1975). Esse autor, concluiu que a erosão costeira de Sand Hook, New Jersey é resultado do déficit do balanço de sedimentos causado principalmente pelo aumento da taxa de transporte provocado pela refração induzida das grandes ondas (37%) e pela diminuição do aporte de sedimentos provocado pela construção de proteções da orla (37%). Além destes fatores, contribuem, em menor escala, para o aumento da energia das ondas provocadas por tempestades seculares (22%), aumento do nível do mar (2%) e aumento da energia das ondas devido às recentes destruições das dunas (2%).

Carr et al. (1982), estudando os aspectos espaciais e sazonais relacionados a estabilidade de praias em três locais na Inglaterra e Gales, afirmaram que existe uma tendência nos estudos de praias, tanto em generalizações quanto na realizações de extrapolações não comprovadas de um ambiente para outro, contrariando portanto a opinião de Lueder (1954) quando afirma que "As praias possuem feições excepcionalmente complexas cuja característica principal é a variabilidade". Ainda segundo Carr et al. (1982), as praias são erodidas durante as tempestades de inverno e acrescidas durante o verão.

Darling, (1965, in Carr 1982), estudando uma praia de Atlantic City, New Jersey, concluiu que o nível da praia ficava mais baixo durante o outono e início do inverno (alcançando seu nível mínimo em janeiro), permanecendo estacionário até o final do inverno e voltando a recuperar-se na primavera e início do verão.

Segundo Texas (1986), a erosão costeira acelerada tem se constituído num problema que, além de preocupante, vem aumentando no último século, a ponto da International Geographical Union ter criado um grupo de trabalho para estudar a dinâmica da erosão costeira procurando quantificar a extensão mundial deste fenômeno. O notório desenvolvimento econômico atrelado ao grande crescimento populacional observado ao longo da costa do Texas, têm resultado na perda ou degradação da qualidade ambiental. Não fossem estes fatos suficientes, tornou-se necessária a realização de dragagens no porto do Texas e, por conseqüente, a disposição do material a ser dragado. Dentro deste contexto foi criado o Programa de Gerenciamento Costeiro do Texas que desenvolverá estudos envolvendo a degradação dos complexos de dunas, mudanças na qualidade das águas das baías e estuários, processos erosivos costeiros, inundações, tempestades e furacões, dentre outros. Com referência à erosão costeira, as atividades prévias incluem o desenvolvimento de uma política costeira global, visando identificar as praias do Golfo do Texas que estão sendo submetidas a processos erosivos, hierarquizar os casos mais críticos e implementar um plano de administração a longo prazo visando a restauração das praias mais seriamente atingidas.

Nordstrom (1987, in Nordstrom, 1989) realizando estudos sedimentológicos na faixa costeira de New Jersey, constatou que a praia de Hereford foi sujeita a um processo de acreção de sedimentos entre os anos 1928 e 1970. Entretanto, foram construídos muros e diques em 1967 que passaram a induzir um balanço negativo de sedimentos. Este quadro deu lugar a um rápido e persistente processo erosivo na linha de costa, com taxas de erosão chegando a 37 m/ano em decorrência da construção das estruturas de proteção dispostas ao longo da praia.

Ridente Junior et al. (1996) enfatizaram os cuidados necessários a ocupação adequada das cabeceiras de drenagem com vistas a minimizar, ou até mesmo eliminar, a incidência de processos erosivos e de movimentos de massa que podem ocorrer tanto nos talwegues quanto nas áreas de montante.

Feitosa (1997) concluiu que os processos erosivos, de transporte e deposição de sedimentos observados na porção costeira nordeste da ilha do Maranhão são resultados da influência de agentes climáticos na morfodinâmica regional, particularmente a ação eólica conjugada com a ação das ondas e correntes marinhas. A influência destes agentes climáticos é amplificada pela ausência completa ou parcial da cobertura vegetal e pela predominância de partículas arenosas de granulação fina a muito fina.

3.3 Recursos Hídricos

Castelo Branco Filho (1976) demonstrou sua preocupação com aumento crescente exploração dos recursos hídricos na Bacia do Alto Paraguai, com especial atenção ao Pantanal Mato-grossense.

Pedroto & Barroso (1984a) consideraram a profundidade do lençol freático, a velocidade do fluxo da água subterrânea e a espessura e permeabilidade do solo, como sendo os condicionantes do meio físico mais importantes à implantação de sistemas de fossas sépticas.

Olson & Hupp (1986) analisaram a variabilidade espacial de alguns elementos do meio físico na bacia de Mill Run na Califórnia. Deste trabalho, eles concluíram que existe uma grande interdependência entre a geologia, geomorfologia, pedologia e fitologia. Constataram uma distribuição bimodal para os solos e que as diferenças básicas estão associadas as diferentes rochas fontes (xistos e arenitos). Observaram, também, que a vegetação estava intimamente ligada aos diferentes tipos de solo e de rochas, refletindo nas condições geomorfológicas e edáficas, além de serem bons indicadores de condições físicas específicas tais como disponibilidade de água e características dos solos. Concluíram, ainda, que a natureza multidisciplinar do estudo permitiu caracterizar o regime hidrológico da área analisada.

O Departamento de Qualidade Ambiental da Virgínia (1996) desenvolveu um programa destinado à redução de 40% dos elementos contaminantes no rio Shenadoah e na porção da bacia do rio Potomac, dentro do estado da Virgínia. Para execução deste programa foram estabelecidas algumas premissas básicas, tais como: (1) a redução deveria acontecer até o ano 2.000, (2) haveria uma efetiva participação da sociedade e (3) os financeiros seriam oriundos dos governos locais (através do aumento de impostos e remanejamento de recursos de outros programas) e de uma parte da arrecadação da loteria estadual.

Ferreira (1997) investigou a relação entre os Modelos Digitais de Terreno-MDT e os parâmetros hidrológicos de 17 bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, como parte de um estudo de estimativa de cheias. Desta investigação foi concluído que o coeficiente de dissecação e a média das altitudes dos DTM's apresentaram pouco significância na estimativa dos parâmetros de cheia, enquanto que a amplitude altimétrica e o desvio padrão das altitudes apresentaram maiores valores dos índices de correlação e coeficiente de correlação.

3.4 Geoprocessamento

Miranda (1990) relatou a experiência da EMBRAPA no tocante a utilização de técnicas de geoprocessamento com vistas a avaliação dos impactos ambientais decorrentes das atividades agrícolas desenvolvidas em floresta tropical úmida em Rondônia, além do suporte ao zoneamento agroecológico e ao ordenamento territorial em Tocantins e Fernando de Noronha.

Peralta (1990) identificou as áreas susceptíveis a desmoronamentos e deslizamentos no entorno do reservatório de Itaocara-RJ, a partir da elaboração de um modelo digital gerado pela análise integrada de seis parâmetros (clinometria, hipsometria, fitologia, geologia, pedologia e mapa de informações). O modelamento foi realizado utilizando-se o Sistema de Análise Geo-Ambiental.

Teixeira et al. (1990) elaboraram o Mapa das Áreas Risco a Erosão Laminar da bacia do córrego Monjolo Grande-SP a partir da correlação do Mapa de Susceptibilidade Natural a Erosão Laminar com o Mapa de Uso da Terra, utilizando-se para tal do sistema de informações geográficas GEO-INF/MAP.

Bramweel & Geiger (1994) relataram a experiência de uma equipe multidisciplinar frente a um incêndio que atingiu 800.000 km² do Estado da Califórnia-USA e que causou um prejuízo superior a 1 bilhão de dólares. O principal objetivo desta equipe de combate a incêndios foi elaborar um plano para recuperação das residências afetadas e avaliar os prejuízos causados pelo fogo. Segundos os autores, estes objetivos se tornaram realidade em função do trabalho bem planejado de uma equipe que, utilizando um sistema geográfico de informações, foi capaz de reunir um grande número de informações, processá-las e conseqüentemente tomar decisões num breve espaço de tempo.

Ferreira (1994) descreveu os procedimentos indicados à confecção dos mapas de declividades e de orientação de vertentes quando se opta pela utilização do Sistema de Informações Geográficas IDRISI. O procedimento proposto serviu como base à elaboração dos destes mapas na área-teste correspondente a bacia de drenagem do Ribeirão do Alegre-SP.

Souza (1994) elaborou as cartas de fundações, erodibilidade, escavabilidade, deposição de rejeitos e de zoneamento geral da quadrícula de Campinas-SP, utilizando técnicas de

geoprocessamento e adotando a metodologia proposta por Zuquette (1987)

Castro (1995) sugeriu um roteiro de investigação para elaboração do Mapa morfodinâmico da Bacia do Rio Mogi-Cubatão/SP, tendo como base metodológica a utilização de quatro níveis de pesquisa: nível de compilações, nível de correlações, nível semântico e nível normativo. Os graus de instabilidade morfodinâmica foram determinados a partir da associação de variáveis ambientais (morfologia, hipsometria, declividade, cobertura vegetal, uso de solo, pluviometria e geologia) com a ocorrência de cicatrizes de escorregamentos.

Ferrari et al. (1995) determinaram a correlação existente entre as feições erosivas lineares (sulcos e ravinas) com a declividade, comprimento de rampa, fator topográfico, erodibilidade dos solos, erosividade das chuvas e de perda potencial de solos por erosão laminar considerando fatores naturais.

Liotte et al. (1995) descreveram a experiência da utilização de um Sistema de Informações Geográficas nas atividades de planejamento e controle da ocupações territoriais urbanas e rurais do município de Bom Sucesso de Itararé-SP. O SIG adotado neste trabalho foi o IDRISI que, apesar além do seu baixo custo e facilidade de operação/treinamento, demonstrou-se suficientemente capaz na realização dos análises envolvendo os mapas digitalizados, imagens orbitais, e dados alfanuméricos.

Mercio & Hernandez (1995) relataram a metodologia utilizada na elaboração de um mosaico digital, confeccionado a partir da escanerização e retificação de fotografias aéreas convencionais. Este mosaico, após ter sido submetido a técnicas de realce de contraste e de filtragens direcionais, foi utilizado na extração de lineamentos estruturais.

Quintanilha (1995) apresentou e discutiu os processos de entrada, conversão e transferência de dados como a finalidade de utilizá-los em sistemas de informação geográfica. Neste trabalho foi proposta uma terminologia específica (fenômeno espacial, entidade, atributo, valor do atributo, característica espacial, objeto espacial, objetos compostos e objetos complexos) a ser utilizada na elaboração das Bases Digitais e Dados Espaciais-BDDE.

Ferreira (1996) apresentou os conceitos básicos relacionados a realização de uma modelagem cartográfica dentro do IDRISI, visando a elaboração do mapa de susceptibilidade a ocorrência de queimadas no Parque Nacional da Serra da Canastra-MG. Neste trabalho foi realizada uma análise multicriterial envolvendo cinco fatores a saber: (1) áreas situadas em uma faixa de até 500 m de estradas e trilhas, (2) áreas situadas em altitudes superiores a 1.400 m, (3) solos com deficiência hídrica acentuada na estação seca, (4) áreas com declividade inferior a 5° e (5) áreas cobertas por vegetação do tipo campo de altitude e campo rupestre.

Ferrari et al. (1997) apresentaram um método para caracterização de depressões cársticas, a partir da análise de parâmetros morfométricos de 98 depressões fechadas situadas na região do Núcleo Caboclos do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira. Neste trabalho foram considerados os seguintes parâmetros morfométricos: declividades média e máxima, perímetro, amplitude de relevo, comprimento da drenagem, densidade de drenagem, áreas planar e real, circularidade e rugosidade.

Lourenço et al. (1997) identificaram diferentes padrões de qualidade de vida urbana a partir da elaboração do Mapa do Potencial de Poluição de Monóxido de Carbono e do Mapa de Área Verde do município de Rio Claro-SP, utilizando os programas Autocad 10 e IDRISI.

Ridente et al. (1997) elaboraram o mapa de risco potencial à erosão laminar e linear de uma área piloto situada no município de São José do Rio Preto-SP. Para confecção deste mapa de risco foram analisados, num sistema de informações geográficas, os mapas de declividade, pedológico, uso e ocupação do solo e de processos erosivos.

Riedel (1997) elaborou o mapa de susceptibilidade a rupturas planares de uma área situada no município de Atibaia-SP a partir de uma avaliação multi-critério em ambiente IDRISI, das seguintes variáveis geológico-geotécnicas: coeficiente de atrito do saprolito, direção da foliação, mergulho da foliação e existência de juntas de liberação.

4 CARACTERISTICAS BASICAS DO MEIO FISICO

O meio físico da área objeto da cartografia geológico-geotécnica realizada neste trabalho foi caracterizado a partir da descrição dos seguintes atributos:

- **Localização e Vias de Acesso.**
- **Geologia.**
- **Hidrografia.**
- **Pedologia.**
- **Fitologia.**
- **Climatologia.**

4.1 Localização e Vias de Acesso

A área objeto deste estudo situa-se a aproximadamente 20 km a sul da cidade de Recife-PE (Figura 4.1), correspondendo ao extremo oriental do Estado de Pernambuco. Possui uma extensão territorial de 700 km², sendo limitada pelas coordenadas UTM $X_{\min} = 260.000$, $X_{\max} = 288.000$, $Y_{\min} = 9.060.000$ e $Y_{\max} = 9.085.000$, com meridiano central de 33° W. A tabela 4.1 apresenta a distribuição espacial municipal dentro da área trabalhada. Dos cinco municípios representados, apenas Sirinhaém e Escada não estão inseridos na Região Metropolitana do Recife-RMR.

Tabela 4.1 - Distribuição municipal na área trabalhada.

Municípios	Área (km2)	Área (%)
Oceano	108,20	15,46
Sirinhaém	4,99	0,71
Cabo	184,98	26,43
Ipojuca	380,82	54,40
Escada	21,01	3,00
Total	700,00	100,00

A área em referência pode ser alcançada pela rodovia federal BR-101 e pelas rodovias estaduais PE-060 e PE-028, além de ser cortada por extensa malha de estradas secundárias. Constata-se ainda, dentro do Complexo Industrial e Portuário de Suape, uma bem servida e planejada malha viária.

4.2 Geologia

A geologia da área objeto deste estudo é representada por rochas com idades que variam desde o Arqueano até o Recente, conforme apresentado na coluna crono-estratigráfica ilustrada na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Coluna crono-estratigráfica da área estudada.

Quaternário	Holoceno	Sedimentos de Praia	Areia, fragmentos de concha e algas.	Qp
		Depósitos Eólicos	Areia de dunas.	Qd
		Sedimentos de Mangue	Silte, argila e matéria orgânica.	Qm
		"Beachrocks"	Arenito cimentado por carbonato de cálcio.	Qr
		Terraços Marinheiros	Areia marinha.	Qth
		Sedimentos Flúvio-Lagunares	Areia, silte e argila.	Qdfl
	Pleistoceno	Terraços Marinheiros	Areia marinha com horizonte húmico.	Qtp
Terciário		Formação Barreiras	Sedimentos areno-argilosos, arenitos caulínicos, areias variegadas e lateritos.	TQb
Cretáceo	Grupo Pernambuco	Formação Ipojuca	Traquitos, basaltos, riolitos e tufo vulcânicos	Kv
			Granito sub-vulcânico	K _v
		Formação Estivas	Calcário.	Ka
		Formação Cabo	Conglomerado polimitico e arenito conglomerático intercalado por vulcânicas.	Kc
Proterozóico Superior			Quartzossienito de granulação média com textura inequigranular a porfiróide com biotita.	PS _v 3J
			Leucogranito de grã média a grossa, textura tendendo a porfirítica, com variações para sienogranito.	PS _v 3I
			Biotita granito de grã média, coloração creme a cinza claro, com variações para leuco-monzogranito com biotita, monzogranito com moscovita e biotita-sienogranito, por vezes porfirítico.	PS _v 3F
Arqueano			Ortognaisse de composição predominantemente tonalítica, além de ortognaises dioríticos, granodioríticos e graníticos.	Aogn

4.2.1 Sedimentos de Praia (Qp)

Segundo Martins (1991), os sedimentos de praia são constituídos por quartzo, fragmentos de conchas e minerais pesados (rutilo, ilmenita, turmalina verde etc.), formando "placers" no contato das praias com os depósitos holocênicos.

4.2.2 Depósitos Eólicos (Qd)

Assis (1990) afirma que os depósitos eólicos são formados por grãos de quartzo e subordinadamente por minerais escuros, identificados como turmalina e ilmenita na fração 0,125 mm além de fragmentos de conchas e artigos de *Halimeda*. Os grãos são, no geral, moderadamente selecionados, variando de fino a grosso, dependendo da inclinação da praia.

Segundo Medeiros (1991), estes depósitos são constituídos de areias médias, essencialmente quartzosas, muito bem selecionadas, fixadas por vegetação rasteira e ocorrendo em contato com os terraços holocênicos sob a forma de linhas de pequenas dunas com aproximadamente 1 km de extensão, largura em torno de 30 m e altura de 17 m.

4.2.3 Sedimentos de Mangue (Qm)

Chaves (1996) considerou que a fração arenosa dos sedimentos de mangue é composta predominantemente de quartzo com pouca mica e alguns minerais pesados, enquanto que a fração argilosa seria constituída essencialmente de caulinita mal cristalizada, montmorilonita e illita. Estes sedimentos apresentam freqüentemente uma grande quantidade de biotritos.

4.2.4 "Beachrocks" (Qr)

Para Assis (1990), os "beachrocks" são arenitos com cimento carbonático, formando linhas aproximadamente paralelas a costa, que se tornam descontínuas devido às aberturas provocadas por processo erosivo do mar no seu movimento de fluxo e refluxo. A atuação diferencial do processo erosivo e/ou resistência do material origina o desequilíbrio por gravidade, que gera quebras no sentido das fraturas normais do corpo rochoso. As linhas de "beachrocks" apresentam mergulhos variando de 2 a 15°; no sentido do mar, e são formadas por lâminas de areia clara com até 80% de minerais siliciclásticos (quartzo na maioria) e bioclásticos, em alguns locais, intercalados com lâminas escuras de turmalina e minerais pesados (ilmenita). Observam-se ainda dois tipos de estruturas sedimentares: laminação plano-paralela (mais freqüente) e estratificação cruzada de baixo ângulo (12°). A granulometria varia de média a grossa, apresentando níveis mais grosseiros no topo da seqüência. Foram distinguidos dois ambientes diagenéticos através da textura do cimento e da composição química: ambiente freático marinho e ambiente marinho com composição de água doce. A quantidade diferenciada dos cimentos do tipo acicular é dominante das linhas mais próximas do continente e do tipo criptocristalino intergranular, nas linhas mais distante. Na parte superficial das linhas dos "beachrocks" desenvolvem-se estruturas de erosão marinha decorrentes da ação bioquímica, denominadas de "caldeirões" ou "marmitas", além de formas semelhantes a "cogumelos".

Neuman (1991) considera os "beachrocks" como sendo um corpo orientado (provavelmente por falha), de forma tabular e constituído por arenitos com cimento calcífero, muito duro, contendo seixos polidos de quartzo, resto de conchas e apresentado estratificação cruzada.

Segundo Chaves (1996), os recifes que ocorrem no litoral pernambucano podem ser classificados em "beachrocks", coralinos, algálicos e os resultantes da erosão de falésias das formações Barreiras, Gramame e Maria Farinha. Os "beachrocks" correspondem a areias cimentadas por carbonato de cálcio, servindo freqüentemente de substrato aos tipos coralíneos e algálicos. Os recifes coralíneos são representados pelas espécies *Millepora*, *Mussismilia*, *Porites*, *Siderastrea*, *Agaricia*, *Favia*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida*, *Millepora alcicornis* e *Favia sp.*, enquanto os algálicos são formados por *Halimeda*, *Lithothamium* e *Melobesia*. Os recifes decorrentes de falésias são representados por arenitos ferruginosos da Formação Barreiras ou por calcários quando resultantes da Formação Marinha Farinha. Este autor, analisando a composição isotópica dos carbonatos que compõem o cimento dos "beachrocks", concluiu que estes foram gerados em um ambiente misto com predominância de marinho raso.

4.2.5 Terraços Marinheiros (Qth)

Assis (1990), os terraços marinheiros são formados por areias quartzosas pobremente selecionadas, dispostas segundo faixa alongada paralela a linha de costa e coberta por extensos coqueirais. Estes terraços são bem delineados ao longo da costa, constituindo pequenas falésias com inclinação na direção do mar, com altitudes variando de 2 a 3 metros e sujeitas à erosão marinha.

Para Medeiros (1991), esta unidade possui forma alongada, largura variável, disposição paralela à linha de costa e altitudes variando entre 1 e 3 m. A característica marcante destes depósitos consiste na presença de antigos cordões litorâneos de pequeno espaçamento, facilmente identificados em fotografias aéreas e no campo.

4.2.6 Sedimentos Flúvio-lagunares (Qdfl)

Assis (1990) considera que esta unidade é composta de sedimentos silício-argilosos ricos em matéria orgânica e areia fina, constituindo-se uma feição morfológica de baixa cota topográfica que nas marés altas ficam cobertas por águas rasas, transformando antigas lagoas em lagoas circundadas por ilhas salinas.

Segundo Medeiros (1991), os sedimentos flúvio-lagunares são formados por areias grossas a finas e siltes argilosos provavelmente de origem flúvio-lagunar. Ocorrem na porção interna da planície costeira, formando extensos terraços fluviais, com altitude máxima de 16 m e muito bem caracterizados em fotografias aéreas.

4.2.7 Terraços Marinheiros (Qtp)

Assis (1990) considera os terraços marinheiros como depósitos arenosos descontínuos formados por areias brancas de granulometria média a moderadamente selecionada. Seu posicionamento no tempo é diagnosticado pela presença, na base do pacote, de um arenito coeso de coloração marrom escura, decorrente da cimentação por ácidos húmicos e de óxido de ferro comuns em terrenos marinheiros de idade pleistocênica. Morfologicamente trata-se de um sedimento moderadamente selecionado, formado predominantemente por grãos de quartzo de boa esfericidade, mas ainda angulosos, refletindo pouco retrabalhamento. Estes terraços são poucos preservados, afloram na cota de 6 m e são limitados por depósitos lagunares.

Medeiros (1991) afirma que, estes depósitos são constituídos de areias médias quartzosas com grãos arredondados, com esfericidade média, platycúrtica e assimetria irregular. A característica marcante destes depósitos é a presença, em sua base, de um arenito grosseiro rico em matéria orgânica que foi correlacionado ao nível ácido húmico peculiar a outros depósitos correlatos. Estes sedimentos geralmente ocorrem na porção interna da planície costeira, dispostos em formas irregulares geralmente paralelas a linha de costa e com altitudes médias variando entre 3 e 5 m.

4.2.8 - Formação Barreiras (TQb)

Segundo Lima Filho (1991) trata-se de um arenito conglomerático com seixos de quartzo, bastante óxido de ferro e estratificação cruzada tabular, apresentando intercalações de bolas de argila, típico de um regime fluvial anastomosado. Em direção ao topo e separada por uma camada de argila, têm-se uma seqüência arenítica média a grosseira de cor creme, com estratificação plano-paralela e pequenas intercalações de argila e silte. Esta seqüência superior foi depositada em um ambiente meandrante e em clima menos quente que a seqüência arenítica anterior.

4.2.9 Formação Ipojuca (Kv e Kig)

Assis (1990) considera que as rochas efusivas vulcânicas (Kv) são constituídas por traquitos, basaltos, andesitos e riolitos, sendo os basaltos considerados os mais antigos enquanto que os riolitos seriam os mais jovens.

Segundo, Lima Filho et al. (1996) a Formação Ipojuca é composta por rochas vulcânicas (traquitos, basaltos, andesitos e riolitos), além do granito do Cabo de Santo Agostinho onde são observados diques e apófises de riolito de coloração esverdeada.

4.2.10 Formação Estiva (Ka)

Segundo Neuman (1991), a Formação Estiva é representada por calcários dolomíticos com intercalações argilosas e que são responsáveis pela formação das ilhas dos corais na área de estudo.

Para Rocha (1990) esta formação é composta por um calcário maciço, dolomítico, pouco fossilífero, contendo bancos e intercalações de margas e argilas esverdeadas. Lima Filho et al. (1996) consideraram a Formação Estiva como sendo composta por um calcário dolomítico de coloração cinza, aspecto maciço, contendo ocasionalmente intercalações argilosas e fossilíferas.

4.2.11 Formação Cabo (Kc)

Segundo Neuman (1991), a Formação Cabo corresponde a conglomerados, arcósios e siltitos (com predominância dos dois últimos), que ocorrem sob a forma de inúmeras colinas de pequenas dimensões (diâmetro inferior a 200 m) e intensamente entrecortadas.

Para Rocha (1990) esta unidade é formada por conglomerados polimíticos de matriz arcoseana, arcóseos com níveis conglomeráticos, siltitos e argilitos capeados por arenitos grosseiros e conglomerados com estratificação plano paralela e cruzada, acanaladas, contendo intercalações de tufos e aglomerados vulcânicos. Assis (1990) considera esta formação como possível fonte dos sedimentos quaternários, especialmente do arcabouço siliciclástico dos "beachrocks".

4.2.12 Proterozóico Superior (PSg 3J)

Segundo Rocha (1990), esta unidade é formada por quartzossienitos de coloração cinza claro, granulação fina a média, textura fanerítica ou com tendência porfírica, apresentando raros cristais de granada e freqüentemente cortadas por veios pegmatóides. Afloram predominantemente sob a forma de grandes matacões que na maioria das vezes são explorados de forma artesanal em pedreiras rudimentares.

4.2.13 Proterozóico Superior (PSg 3I)

Rocha (1990) afirma que esta unidade corresponde a um leucogranito de grã média a grosseira, textura tendendo a porfírica, com variações para sienogranito que ocorre como batólitos bastante deformados quando situados próximos ao Lineamento Pernambuco.

4.2.14 Proterozóico Superior (PSg 3F)

Rocha (1990) afirma que esta unidade é formada por granodioritos de coloração creme a cinza claro, granulação média por vezes grosseira, heterogranular, textura fanerítica e raramente apresentando tendência porfíroide. Esta unidade, apesar de aflorar em pouquíssimas áreas de exposição, ocorrem geralmente sob a forma de blocos parcialmente alterados ou formando maciços rochosos capeados levemente por fina camada de solo residual.

4.2.15 Arqueano (Aogn)

Para Rocha (1990), o Arqueano é representado por ortognaisses de natureza predominantemente tonalítica com porções granodioríticas e dioríticas e, mais raramente, graníticas migmatizadas, com neossoma granítico róseo de granulação média a grosseira predominando sobre outros tipos neossomáticos.

4.3 Hidrografia

A área trabalhada é dissecada pelas bacias hidrográficas dos rios Massangana, Tatuóca, Merepe, Pirapama, Ipojuca, Sibiró, Maracaípe, Aratangi e Taperuçu, além dos estuários Norte e Sul e as bacias costeiras Arrombados, 1 e 2 ([Figura 4.2](#)).

Das bacias hidrográficas identificadas e com distribuição em área ilustrada na Tabela 4.2, apenas Massangana, Tatuóca e Merepe estão totalmente contidas dentro dos limites da área trabalhada, além dos estuários e das bacias costeiras.

Tabela 4.3 - Distribuição das bacias hidrográficas.

Bacias Hidrográficas	Área (km ²)	Área (%)
Maracaípe	17,61	2,52
Merepe	87,11	12,44
Tatuóca	12,85	1,84
Massangana	102,42	14,63
Pirapama	128,48	18,35
Ipojuca	134,85	19,26
Sibiró	58,96	8,42
Aratangi	17,85	2,55
Taperuçu	1,62	0,23
Estuários e bacias costeiras	30,02	4,29

4.4 Pedologia

A mapa pedológico utilizado neste trabalho foi gerado a partir da ampliação para escala 1:25.000, do Mapa de Solos do Estado de Pernambuco que se encontra em fase final de conclusão pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias). A Tabela 4.4 ilustra a distribuição em área dos solos mapeados e que possuem predominantemente as seguintes características:

- Aterros - apesar de não terem sido contemplados no mapa da EMBRAPA, pois foram implantados após sua conclusão, são em grande porte compostos de areias quartzosas marinhas compactadas mecanicamente;
- Latossolos Amarelos - distróficos, álicos, textura variando de argilosa a muito argilosa, relevo ondulado a suavemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia;
- Podzólicos Amarelos – distróficos, atividade baixa, textura média a média argilosa, relevo ondulado a suavemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia;
- Podzólicos Vermelho-Amarelos – distróficos, atividade baixa, textura média a argilosa, relevo ondulado a fortemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia;
- Terra Roxa – distrófica, atividade baixa, relevo ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia;
- Gleissolos – distróficos e eutróficos, atividade baixa e alta, relevo plano e suavemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta perenifólia de várzea;
- Areias Quartzosas – distróficas, relevo plano, horizonte A fraco, fase floresta perenifólia de restinga;
- Areias Quartzosas Marinhas – distróficas, relevo plano, fase campo de restinga e fase floresta perenifólia de restinga;
- Podzol – hidromórfico, textura média, relevo plano, fase floresta perenifólia de restinga e fase de campo de restinga e
- Solos de mangue – indiscriminados, textura indiscriminada e fase relevo plano.

Tabela 4.4 - Distribuição dos solos na área trabalhada.

Tipos de Solos	Área (km ²)	Área (%)
Aterro	1,89	0,27
Latossolo Amarelo	127,27	18,18
Podzólico Amarelo	55,35	7,91
Podzólico Vermelho-Amarelo	144,29	20,61
Terra Roxa	6,96	0,99
Gleissolo	159,22	22,75
Areias Quartzosas	3,83	0,55
Areias Quartzosas Marinhas	22,11	3,16
Podzol	8,62	1,23
Solos de Mangue	44,28	6,33

4.5 Fitologia

Segundo o Mapa de Cobertura Vegetal da Região Metropolitana do Recife elaborado pela FIDEM (1988), são observadas na área em estudo diversos tipos de cobertura vegetal, tais como: mata atlântica, capoeira, capoeirinha densa, capoeirinha rala, vegetação arbustiva, vegetação hidrófila, manguezal, canavial, culturas de subsistência, coqueiral, além de algumas áreas sem vegetação. Adicionalmente, estão disponíveis informações extraídas do Plano Diretor de Suape, relacionadas a três programas de reflorestamento. Na Tabela 4.5 está ilustrada a distribuição em área de cada uma das unidades de vegetação cartografadas.

Tabela 4.5 - Distribuição das unidades fitológicas.

Unidades Fitológicas	Área (km ²)	Área (%)
Mata Atlântica	13,32	1,90
Capoeira	16,06	2,29
Capoeirinha Densa	10,36	1,48
Capoeira Rala	7,16	1,02
Vegetação Arbustiva	12,53	1,79
Vegetação Hidrófila	11,62	1,66
Manguezal	30,60	4,37
Canavial	407,50	58,21
Culturas de Subsistência	10,46	1,49
Reflorestamentos	8,51	1,22
Coqueiral	12,63	1,80
Sem Vegetação	32,88	4,70

A mata atlântica é representada pelas seguintes espécies: visgueiro (*Parkia pendula*), mananjuba (*Slonga obtusifolia*), manguba (*Pseudobombax sp.*), vinhático (*Platymenia reticulata*), angelim (*Andira nitida*), sucupira (*Bowdichia virgiloides*), cedro (*Cedrela sp.*), maçaranduba (*Manilkara salzmanni*), jequitibá (*Cariniana brasiliensis*), pororoca (*Clusia nemorosa*), ingazeiro (*Inga subnuda*), frei Jorge (*Cordia trichotoma*), pau-pombo (*Tapirira guianensis*), sapucaia (*Lecythis pisonis*) e urucuba (*Virola gardneri*), dentre outros. As capoeiras são representadas por mangabeira (*Hancornia spenciosa*), lixeira (*Curatella americana*), imbaúbas (*Cecropia sp.*), pitombeira (*Talisia esculenta*), aroeira de praia (*Schinus terebinthifolius*), araçá (*Psidium guianensis*), ingá (*Inga fagifolia*) e genipapo (*Genipa americana*), dentre outras.

Os manguezais contêm várias espécies fitológicas tais como mangue-gaiteiro (*Rhizophora mangle*), mangue-vermelho (*Rhizophora mangle l.*), mangue-branco (*Laguncularia racemosa*), mangue-canoé ou Siriúba (*Avicenia schaueriana*), mangue-língua-de vaca (*Avicenia Germinans*) e mangue-ratinho ou de-botão (*Canocarpus erectus*).

Segundo Andrade-Lima & Costa (1978), as culturas de subsistência são representadas por mangueiras (*Mangifera indica*), jaqueira (*Artocarpus heterophylla*), frutapãozeiro (*Artocarpus altilis*), jambeiro-do-pará (*Sizygium malaccensis*), pitombeira (*Talisia esculenta*), bananeira (*Musa sapientum*), caramboleira (*Averrhoa carambola*), cajazeira (*Spondias mombin*), ouricuri (*Syagrus coronata*), palmeira-de-lata (*Chrysalidocarpus lutescens*) e azeitoneira (*Sizygium jambolanum*), além da macaxeira (*Manihot esculenta*), abacaxi (*Ananas comosus*), araruta (*Maranta arundinacea*) dentre outros. Segundo estes mesmos autores, a unidade vegetação hidrófila é representada predominantemente pelas espécies aninga (*Montrichardia linifera*), junco (*Eleocharis interstincta*), paquevira (*Heliconia psitacorum*), mal-me-quer (*Wedelia paludosa*), bulandi (*Symphonia globulifera*) e jaqueira-d'água (*Richeria grandis*).

Na área em estudo e como parte do Plano de Máxima Ocupação do Plano Diretor do Complexo Industrial e Portuário de Suape foram implantados 3 reflorestamentos (Pernambuco, 1994a). Estes reflorestamentos apresentam as seguintes características:

- Suape I – 30.000 mudas de mangueira (*Mangifera indica*);
- Suape II – 13.000 mudas de mangueira (*Mangifera indica*) e
- Suape III – 17.000 mudas de cajueiros (*Anacardium occidentale*).

Nas áreas correspondentes aos coqueirais predomina o cultivo do coqueiro (*Cocos nucifera*), entretanto restam testemunhos de feijão-de-rosário (*Sophora tomentosa*) e giritana-de-praia (*Ipomoea assarifolia*).

4.6 – Dados Climatológicos

A área encontra-se situada na faixa intertropical, com predomínio das massas de ar equatoriais e tropicais carregadas de umidade, estando ainda sobre influência dos ventos do quadrante leste, provavelmente originários do anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul e que possuem elevados graus de temperatura e humidade em decorrência da intensa evaporação da água do mar.

Segundo dados publicados pelo IPA/LAMEPE (1994) e obtidos pela Estação Agrometeorológica de Porto de Galinhas, os meses mais chuvosos estão compreendidos entre abril e julho, com precipitação média anual de 2.078 mm. As temperaturas máximas mais elevadas ocorrem entre novembro e março com valores superiores a 30° C enquanto as temperaturas médias mensais variam entre 24,6 e 27,6°C e as mínimas mensais oscilam entre 21,8 e 24,2° C. A umidade relativa do ar é superior a 80% entre os meses de março e agosto.

A [Figura 4.3](#), apresenta segundo a proposta metodológica de Ortolani et al. (1970), o gráfico de balanço hídrico para a área em estudo elaborado pelo método de Thornthwaite & Mather (1955). Para elaboração desta figura foram utilizando os dados apresentados na Tabela 4.6 e fornecidos pelo IPA/LAMEPE.

Da análise do gráfico de balanço hídrico pode se concluir que os meses compreendidos entre setembro e fevereiro são marcados por uma deficiência hídrica, enquanto que nos meses entre abril e agosto existem excedentes superiores a 100 mm, podendo chegar a 221 mm.

Tabela 4.6 - Balanço hídrico da Estação Agrometeorológica de Porto de Galinhas-PE (latitude 8°45', longitude 35°00', altitude 45 m e capacidade de armazenamento 100 mm).

Meses	EVP (mm)	T (°C)	P (mm)	P-EVP (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	152	27,1	86	-67	2	0	87	66	0
Fevereiro	136	27,2	128	-8	2	-2	128	8	0
Março	144	26,8	226	82	84	72	144	0	0
Abril	131	26,4	288	157	100	48	131	0	140
Mai	121	25,7	322	201	100	0	121	0	201
Junho	108	25,2	329	221	100	0	108	0	221
Julho	102	24,6	290	188	100	0	102	0	188
Agosto	104	24,6	180	76	100	0	104	0	76
Setembro	117	25,5	105	-12	89	-15	116	1	0
Outubro	146	26,7	45	-102	32	-61	102	45	0
Novembro	147	27,3	36	-111	11	-32	57	90	0
Dezembro	156	27,6	43	-113	3	-10	51	105	0
Anual	1564	26,2	2078	512	723	0	1250	314	826

Fonte: IPA/LAMEPE (1994)

5 METODOLOGIA ADOTADA

Neste trabalho foi adotada a metodologia proposta por Zuquette (1987) e modificada por Zuquette (1993b), utilizando-se complementarmente um sistema geográfico de informações (IDRISI for Windows, versão 2.0) com intuito de agilizar o tratamento, análise e modelamento dos diferentes planos de informações considerados.

Adotou-se adicionalmente o termo cartas temáticas para o conjunto de cartas e mapas básicos utilizados (cartas topográficas, mapa geológico, mapa pedológico, mapa fitológico, mapa geomorfológico, mapa de fraturas, carta de uso e ocupação atual do solo etc) baseando-se no conceito de Santos (1990), onde as cartas são documentos elaborados, na maioria das vezes, com finalidades específicas e geralmente apresentados em escalas grandes. Optou-se ainda pela utilização dos termos escâner e escanear, como tradução de *scanner* e *scan*, respectivamente, pois segundo Vidissich & Furlan (1996) esta terminologia já se encontra plenamente difundida pela comunidade técnico-científica brasileira.

Para elaboração da cartografia geotécnica objeto deste projeto e atendendo as exigências metodológicas, adotou-se o fluxograma apresentado na [Figura 5.1](#) que ilustra a execução das seguintes atividades:

- Aquisição dos Dados.
- Entrada dos Dados.
- Modelamento dos Dados.
- Edição dos resultados.

5.1 Aquisição dos Dados

Como parte desta atividade foram inicialmente consultadas bibliotecas de diversas instituições (CPRM, FIDEM, CT-UFPE, SUAPE, IGCE-UNESP, EESC-USP, IG-USP etc) para que se procedesse a seleção da documentação básica a ser utilizada na execução deste trabalho.

Posteriormente e após uma análise crítica dos produtos selecionados, passou-se a fase de aquisição do material bibliográfico que não fizesse parte do acervo da Biblioteca da Superintendência Regional de Recife da CPRM.

5.2 Entrada dos Dados

A entrada de dados (gráficos, fotográficos, textuais e numéricos) pode ser considerada uma das etapas mais importantes de um projeto, principalmente quando se pretende utilizar um sistema geográfico de informações para tratamento de dados espaciais.

5.2.1 Entrada dos Dados Gráficos

Considerou-se como dados gráficos aqueles que representassem espacialmente atributos do meio físico, tais como as cartas plani-altimétricas e os mapas geológico, geomorfológico, pedológico, fitológico, de uso atual do solo, etc.

Após a aquisição dos dados gráficos, constatou-se que apesar da maioria dos produtos terem sido elaborados na escala 1:25.000, haviam outros em escalas maiores ou menores. Os documentos com escalas maiores não causaram tanto transtorno, entretanto, aqueles elaborados em escalas menores acarretaram o seguinte dilema. Ou ampliar-se-ia os referidos produtos, incorrendo em um grave erro cartográfico ou aguardar-se-ia que este produtos fossem publicados na escala 1:25.000, o que certamente não aconteceria num curto espaço de tempo. Considerando-se que o objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia voltada ao mapeamento geológico-geotécnico de áreas costeiras, e que o mesmo não tem um cunho meramente cartográfico, optou-se pela primeira alternativa, ou seja, foram contemplados os documentos publicados em escalas maiores, mesmo tendo-se plena consciência das imprecisões decorrentes da ampliação destes produtos gráficos.

Durante a execução das atividades de entrada de dados gráficos foram utilizados os programas MAXICAD versão 3.5 (pertencente ao CEAPLA), AutoCAD 12 e SURFER for Windows versão 5.0 (adquiridos pelo Curso de Pós-Graduação do IGCE), além do IDRISI for Windows versão 2.0 de propriedade do autor deste trabalho.

Conforme ilustrado na [Figura 5.1](#) a entrada de dados abrangeu a realização das seguintes etapas:

- Elaboração do Mapa Base;
- Adequação das cartas básicas ao Mapa Base;
- Digitalização das cartas e mapas básicos;
- Tratamento das cartas básicas;
- Elaboração das cartas interpretativas e
- Digitalização das cartas interpretativas.

Os procedimentos adotados na elaboração do Mapa Base e na adequação das cartas básicas ao Mapa Base estão descritos detalhadamente nos itens 6.1 e 6.2, enquanto que os capítulos 7, 8 e 9 detalham a metodologia utilizada na digitalização das cartas básicas/interpretativas, no tratamento das cartas básicas e na elaboração das cartas interpretativas, respectivamente.

5.2.2 Entrada dos Dados Fotográficos

Foi considerado como dados fotográficos um conjunto de fotografias aéreas pancromáticas que depois de uma série de processamentos deram origem a um mosaico digital semi-controlado. A entrada de dados fotográficos foi realizada utilizando-se um escâner de mesa e o programa IDRISI.

Esta atividade, que teve como principal produto o mosaico semi-controlado de fotografias aéreas, correspondeu a realização das seguintes etapas:

- Rasterização das fotografias aéreas;
- Restituição das fotografias aéreas e
- Confecção do mosaico de fotografias aéreas.

5.2.3 Entrada dos Dados Textuais e Numéricos

Os dados textuais e numéricos foram obtidos durante a realização da revisão bibliográfica. Posteriormente e utilizando o programa Access, foram criadas bases de dados com objetivo de armazenar criteriosamente os dados coletados.

A entrada de dados textuais e numéricos abrangeu a realização das seguintes etapas:

- Análise e crítica dos dados e
- Digitação dos dados.

5.3 Modelamento dos Dados

O modelamento de dados foi realizado dentro do ambiente IDRISI e constou basicamente da elaboração de cartas derivadas através da técnica de Avaliação por Critérios Múltiplos (Multi Criteria Evaluation-MCE), utilizando-se o método de combinação linear ponderada (Weighted Linear Combination-WLC). Para aplicação deste tipo de avaliação, adotou-se o seguinte procedimento:

- Seleção das cartas básicas e interpretativas;
- Ponderação das unidades;
- Padronização das unidades;
- Elaboração da matriz de correlação;
- Determinação dos pesos das cartas básicas e interpretativas;
- Realização da avaliação por critérios múltiplos e
- Elaboração do produto final.

5.3.1 Seleção das Cartas Básicas e Interpretativas

Seleção das cartas básicas e interpretativas que influenciam o processo a ser avaliado, ou seja, se o objetivo é determinar a erosão em uma determinada área, serão utilizados os mapas geológico, pedológico, fitológico, clinométrico, obedecendo o conjunto de atributos que atende a um modelo previamente estabelecido.

5.3.2 Ponderação das Unidades

A ponderação das unidades (formação geológica, tipo de solo, tipo de cobertura vegetal etc) que compõem as cartas básicas e interpretativas selecionadas, foi realizada a partir do estabelecimento de pesos em função da contribuição de cada unidade no processo em avaliação. Quanto maior for o peso, maior será a contribuição da unidade considerada no desenvolvimento do processo. Desta maneira, se se pretende avaliar um processo erosivo e se está ponderando as unidades de um mapa clinométrico, quanto maior for a inclinação do terreno maior será o peso da classe de declividade, ou seja serão atribuídos pesos 1 e 5 para as classes mais planas e acidentadas, respectivamente.

Para realização da ponderação das unidades foram utilizados os seguintes pesos:

- Peso 1 - Contribuição muito baixa.
- Peso 2 - Contribuição baixa.
- Peso 3 - Contribuição moderada.
- Peso 4 - Contribuição alta.
- Peso 5 - Contribuição muito alta.

Esta ponderação foi realizada através do comando RECLASS do módulo Analysis/Database Query. Com este procedimento as unidades passaram a representadas por valores de 1 a 5.

5.3.3 Padronização das Unidades

Foi realizada uma padronização dos pesos atribuídos as unidades anteriormente ponderadas, de tal maneira que as unidades fossem representadas por valores variando de 0 a 255. O nível 0 (zero), denominado de fundo, abrangeu as unidades correspondentes a rede de drenagem, barragens e o Oceano Atlântico.

Para realização da padronização utilizou-se o comando STRETCH do módulo Analysis/Image Processing/Enhancement, optando-se por um estiramento do tipo linear dos dados, mantendo-se o nível 0 (zero) como fundo.

5.3.4 Elaboração da Matriz de Correlação

Nesta operação foram relacionadas as cartas básicas e interpretativas, duas a duas, construindo-se desta maneira uma matriz de correlação. Posteriormente foram atribuídos escores em função do grau de importância de uma carta em relação a outra.

Os valores dos escores a serem utilizados são padronizados e variam de 1/9 a 9, conforme ilustrados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Escores utilizados na matriz de correlação.

Grau de Importância	Escores
Extremamente menos importante	1/9
Muito fortemente menos importante	1/7
Fortemente menos importante	1/5
Moderadamente menos importante	1/3
Igualmente importante	1
Moderadamente mais importante	3
Fortemente mais importante	5
Muito fortemente mais importante	7

Extremamente mais importante	9
------------------------------	---

A Tabela 5.2 ilustra uma matriz de correlação imaginária envolvendo 4 cartas básicas e interpretativas (geologia, pedologia, fitologia e declividade). Nesta matriz assumiu-se que para a avaliação considerada, a *fitologia é fortemente mais importante que a geologia*.

Tabela 5.2 – Matriz de correlação hipotética.

	Geologia	Pedologia	Fitologia	Declividade
Geologia	1			
Pedologia	3	1		
Fitologia	5	3	1	
Declividade	7	5	3	1

5.3.5 Determinação dos Pesos das Cartas Básicas e Interpretativas

Após a definição da matriz de correlação, passou-se ao cálculo dos pesos das cartas básicas e interpretativas. Estes pesos, indicadores da importância relativa de uma carta em relação a outra, foram calculados automaticamente pelo IDRISI, utilizando-se o comando WEIGHT do módulo Analysis/Decision Support. A partir da matriz imaginária ilustrada na Tabela 5.2, foram determinados os pesos ilustrados na Tabela 5.3, onde observa-se que a declividade (0,5650) é a variável mais importante na avaliação que se pretende realizar, seguindo-se a fitologia (0,2622), a pedologia (0,1175) e a geologia (0,0552). Foi também determinada a taxa de consistência da ponderação (0,03). Segundo Saaty (in Ferreira, 1996), esta taxa indica a probabilidade dos escores da matriz terem sido gerados aleatoriamente, devendo obrigatoriamente ser inferior a 0,10, caso contrário a matriz será rejeitada. Se a taxa de consistência for superior ao limite permitido, deve-se proceder a uma reavaliada a matriz de correlação, modificando-se desta maneira os escores atribuídos a cada cartas utilizadas.

Tabela 5.3 – Pesos das cartas básicas e interpretativas.

Produtos Gráficos	Pesos
Geologia	0,0553
Pedologia	0,1175
Fitologia	0,2622
Declividade	0,5650

Taxa de Consistência = 0,03

5.3.6 Realização da Avaliação por Critérios Múltiplos

Considerando-se que a matriz de correlação foi aceita e de posse dos pesos das cartas básicas e interpretativas passou-se a realização da avaliação por critérios múltiplos, utilizando-se o comando MCE do módulo Analysis/Decision Support. O produto resultante desta avaliação correspondeu a uma imagem formada por pixels com valores variando de 0 a 255.

5.3.7 Elaboração do Produto Final

O produto final da avaliação por critérios múltiplos foi obtido após uma reclassificação utilizando-se o comando RECLASS do módulo Analysis/Database Query. Nesta reclassificação foram utilizados os intervalos e graus de influência apresentados na Tabela 5.4, mantendo-se desta maneira os mesmos intervalos adotados durante a ponderação das unidades (Item 5.3.2)

Tabela 5.4 – Intervalos e graus de influência.

Intervalos	Graus de Influência
0	Fundo
1 - 51	Muito baixa
52 - 102	Baixa
103 - 153	Moderada
154 - 204	Alta
205 - 255	Muito Alta

Como resultado desta reclassificação obteve-se um produto de fácil leitura uma vez que a carta de recomendação elaborada possui uma legenda de cinco cores (vermelho, laranja, amarelo, verde claro e verde escuro), cada uma destas associadas a um determinado grau de influência (muito alta, alta, moderada, baixa e muito baixa). Foi atribuída adicionalmente uma cor neutra à classe denominada fundo (rede de drenagem, barragens e Oceano Atlântico).

5.4 Edição dos Resultados

As cartas básicas e interpretativas, assim como as cartas derivadas resultantes dos modelamentos executados neste trabalho foram exportadas do IDRISI como arquivos Windows Bitmap-BMP, utilizando-se o comando BMPIDRIS do módulo File/Import/Export.../Export/Desktop Publishing Formats.

Posteriormente estes arquivos foram importados e editados pelo CoreIDRAW 8, uma vez que este programa possui uma maior gama de recursos gráficos. Este procedimento possibilitou a elaboração de produtos com uma qualidade gráfica muito boa.

Como resultado destes procedimentos foram impressos, na escala 1:100.000, a maioria das cartas básicas e interpretativas, enquanto que os produtos considerados mais relevantes (Base Altimétrica, Carta de Declividade, Carta de Declividade Automática, Mosaico Semi-Controlado de Fotografias Aéreas, Carta de Predisposição à Erosão e Carta das Condições de Infiltração) estão apresentados na escala 1:50.000. Todos estes produtos estão encartados, como anexos, no volume 2.

6 ELABORAÇÃO DAS CARTAS BASICAS

Neste capítulo será discutida a metodologia adotada para elaboração do Mapa Base, da adequação das cartas temáticas ao Mapa Base e a elaboração das cartas básicas propriamente ditas. Estes produtos foram confeccionados e digitalizados na escala 1:25.000, entretanto estão ilustrados na escala 1:100.000, conforme pode ser observado nos anexos 7 a 28.

6.1 Elaboração do Mapa Base

Bramweel & Geiger (1994) enfatizaram a proveitosa e eficiente utilização de um mapa base nos trabalhos de uma equipe de combate a incêndio que adotou tecnologia SIG em um projeto voltado à recuperação de residências e avaliação dos prejuízos provocados por um incêndio que destruiu mais de 800.000 km² na Califórnia em 1993. A utilização deste mapa base, contendo eixos de ruas, limites políticos, fisiografia e feições agrícolas, foi de fundamental importância para que os diferentes mapas temáticos analisados neste projeto, pudessem ser corretamente sobrepostos.

Com objetivo de minimizar a interferência negativa causada pela incorreta superposição das informações gráficas a serem tratadas neste trabalho, optou-se pela elaboração de um mapa base ilustrado no [Anexo 7](#).

Decidiu-se inicialmente que o mapa base seria elaborado na escala 1:25.000, em papel estável (poliéster) e que deveria conter as seguintes informações planimétricas: rede de drenagem, rodovias, estradas principais, coordenadas UTM e coordenadas geográficas. Todas estas informações gráficas foram extraídas de cartas topográficas elaboradas pela DSG-3^a DL e SUDENE (1:25.000). Adicionalmente foram efetuadas algumas atualizações na área do Complexo Industrial e Portuário de Suape decorrentes da realização de dragagens e obras de engenharia. Estas atualizações foram extraídas de ortofotocartas elaboradas pela FIDEM.

Após sua finalização, o mapa base tornou-se um produto definitivo, portanto não foram feitas quaisquer modificações em seus elementos planimétricos, mesmo que decorrentes de posteriores alterações do meio físico, tais como aterros, dragagens, construções de barragens etc.

6.2 Adequação das Cartas Básicas ao Mapa Base

Um dos problemas constatados mais corriqueiros quando realização das atividades de digitalização de cartas e mapas, consistiu nos deslocamentos das entidades temáticas decorrentes, principalmente das imprecisões cartográficas destes documentos. Uma das causas que mais contribuiu para esta falta de precisão se prendeu ao fato que as cartas básicas (geológico, geomorfológico, pedológico, fitológico etc) foram elaboradas por diferentes instituições e estas freqüentemente não padronizaram as bases topográficas utilizadas na confecção de seus produtos. Este fato foi agravado quando se pretendeu trabalhar com documentos elaborados em escalas variadas.

Por esta razão, todas as cartas e mapas foram inicialmente submetidas a um processo de adequação dos seus temas ao mapa base.

A adequação das cartas e mapas obedeceu a seguinte seqüência de procedimentos:

- Ampliação ou redução xerográfica dos produtos gráficos para escala 1:25.000.
- Ajuste das ampliações ou reduções ao mapa base utilizando mesa de luz. Este ajuste foi realizado paulatinamente, fazendo coincidir a malha viária, a rede de drenagem e eventualmente as coordenadas UTM ou geográficas das cópias xerográficas com os mesmos elementos no mapa base. Nesta oportunidade, foram minimizados os dois tipos de desajustes mais freqüentes: (a) eixos de entidades que deveriam coincidir com trechos de drenagem (aluviação, solos hidromórficos, vegetação hidrófila etc) e (b) entidades que deveriam estar limitadas por vias de acesso e/ou rede de drenagem (culturas, limites políticos etc). Estes desajustes estão ilustrados na [Figura 6.1](#).
- A etapa seguinte consistiu em colorir as cartas básicas já ajustadas ao mapa base. Esta tarefa, apesar de parecer desnecessária, se tornará de grande utilidade, pois tornará a digitalização mais ágil e menos cansativa.

Deve-se deixar claro que não se pretende corrigir as imprecisões cartográficas das cartas utilizadas por meio de um processo tão simplório quanto a adequação aqui proposta. Desejou-se apenas, minimizar a influência dos desajustes anteriormente mencionados durante as atividades de digitalização dos documentos gráficos, mesmo tendo-se consciência que este processo não atende aos princípios cartográficos.

6.3 Elaboração das Cartas Básicas

Como será observado posteriormente, a maioria das cartas elaboradas neste trabalho, foram compiladas de produtos previamente concluídos. Decorrente das diferentes características dos produtos gráficos utilizados (escala, área de abrangências, conteúdo etc), a elaboração de cada carta básica foi realizada de maneira peculiar, necessitando portanto ser descrita separadamente.

6.3.1 Base Planimétrica

Este documento foi elaborado a partir das cartas topográficas produzidas pela DSG-3ª DL e SUDENE na escala 1:25.000 ([Figura 6.2](#)). Semelhantemente ao ocorrido na elaboração do mapa base, foram realizadas algumas atualizações nesta base planimétrica devido às obras de engenharia e dragagens realizadas na área do Complexo Industrial e Portuário de Suape. Estas alterações também foram baseadas em ortofotocartas confeccionadas pela FIDEM.

A digitalização desta base foi realizada diretamente sobre as cartas topográficas, tendo em vista a precisão cartográfica e a estabilidade do papel sobre a qual foram impressas.

A base planimétrica digital contém os seguintes elementos:

- Coordenadas geográficas.
- Limites continentais e oceânicos.
- Limites municipais.
- Rede de drenagem, barragens, estuários e aquedutos.
- Rodovias, estradas e ferrovias.
- Manchas urbanas de cidades e vilas.

6.3.2 Base Altimétrica

A exemplo da base planimétrica, a base altimétrica também foi elaborada a partir das cartas topográficas publicadas pela DSG-3ª DL e SUDENE na escala de 1:25.000.

A digitalização da base altimétrica, realizada diretamente sobre as cartas topográficas (Suape6.dxf), abrangeu apenas as curvas de nível, mantendo-se a equidistância de 10 m.

A amplitude altimétrica da área trabalhada ([Anexo 29](#)) é de 260 metros, sendo a curva de cota mínima correspondente com o nível do mar.

6.3.3 Carta de Uso e Ocupação Atual do Solo

A carta de uso e ocupação atual do solo foi elaborada basicamente a partir de informações coletadas nas seguintes fontes: Proteção de Mananciais (PERNAMBUCO, 1987a), Sistemas de Parques (PERNAMBUCO, 1987b) e Plano Diretor do Complexo Industrial Portuário de SUAPE (PERNAMBUCO, 1994b). Após as informações coletadas terem sido devidamente adequadas ao mapa base, procedeu-se a digitalização da carta de uso e ocupação, gerando-se um arquivo digital (SUAPE2.dxf) que contempla o conjunto das seguintes unidades:

- Limites do Projeto SUAPE.
- Industrias instaladas dentro dos limites do Projeto SUAPE.
- Áreas de Matas.
- Áreas de Proteção de Mananciais.
- Áreas de Parques.
- Plano Diretor do Projeto SUAPE.

Considerando-se o grande número de informações contidas no arquivo correspondente a carta de uso e ocupação, optou-se pelo desmembramento do mesmo, criando-se arquivos menores, como foi o caso do AEREAEXCL.dxf e ZONEAMEN.dxf, correspondentes a Carta das Áreas de Exclusão (áreas de matas, de proteção de mananciais e de parques) e o Plano Diretor de SUAPE. O [Anexo 1](#) corresponde a uma base de dados contendo informações inerentes as entidades digitalizadas na Carta das Áreas de Exclusão ilustrada no [Anexo 8](#), enquanto que o [Anexo 2](#) apresenta propriedades das unidades constantes no zoneamento do Plano Diretor de SUAPE pode ser observado no [Anexo 9](#).

6.3.4 Mapa Geológico Compilado

O mapa geológico compilado foi desenvolvido a partir da análise dos mapeamentos prévios que estão relacionados na [Figura 6.3](#)

Na legenda do [Anexo 10](#), que corresponde ao mapa geológico compilado, estão listadas conjuntamente, unidades litológicas (traquitos, granitos, leucogranitos etc.), formações geológicas (Formação Barreiras, Formação Estivas etc.) e cronológicas (Terraços Marinheiros Holocênicos, Terraços Marinheiros Pleistocênicos etc.). Este agrupamento foi decorrente da maneira pela qual as unidades do mapa geológico compilado foram individualizadas e digitalizadas, não obedecendo portanto a nenhum empilhamento crono-lito-estratigráfico.

O Anexo 3 corresponde a uma base de dados que contempla algumas características das unidades geológicas digitalizadas, tais como: grupo, formação, idade, litologia, geomorfologia e estruturas.

6.3.5 Mapa de Fraturas

Os traços de fratura foram extraídos de um conjunto de fotografias aéreas (1:30.000), obtidas durante um vôo fotogramétrico realizado em 1974. Além das fraturas, foram extraídos das fotografias aéreas os mesmos elementos de drenagem constantes no mapa base. Posteriormente, os resultados foram ampliados xerograficamente para escala 1:25.000, tornando possível o ajuste dos traços de fratura fotointerpretados ao mapa base. Evidentemente que este procedimento simples e rápido, induziu ao surgimento de alguns erros cartográficos, mas nada que comprometesse o produto final, principalmente quando se pretende elaborar um mapa de fraturas.

Concluída a adequação dos traços de fratura ao mapa base, procedeu-se a digitalização dos mesmos, gerando-se o arquivo digital SUAPE9.dxf. O mapa de fraturas elaborado para área em estudo está apresentado no [Anexo 11](#).

6.3.6 Mapa de Drenagem Detalhada

O mapa de drenagem detalhada foi elaborado a partir da interpretação de fotografias aéreas na escala 1:30.000. O [Anexo 12](#) apresenta os resultados da fotointerpretação juntamente com os elementos de drenagem do mapa base. Considerando-se a grande densidade de elementos de drenagem extraídos e a diferença de escala das aerofotos e do mapa base, adotou-se o seguinte procedimento:

- Delimitação da área útil das fotos a serem interpretadas a partir da determinação de nove pontos de controle. Este procedimento, apesar de simples, é extremamente valioso pois além de reduzir significativamente o tempo gasto no processo de fotointerpretação, auxilia os ajustes entre os "overlays" e permite que a extração dos elementos se proceda apenas na área onde as distorções radiais são menores;
- Extração unicamente dos elementos de drenagem de tal maneira que os "overlays" conterão apenas a área útil, rios e corpos d'água (rios, açudes, barragens etc). Deve-se enfatizar que a extração deverá ser a mais detalhada possível, de tal maneira que os elementos de primeira ordem sejam correspondentes ao primeiro sinal de ravinamento de uma vertente;
- Ampliação xerográfica dos "overlays" em 20%, de tal forma que os mesmos passem a apresentar uma escala aproximada de 1:25.000;
- Adequação das cópias xerox contendo os elementos fotointerpretados ao mapa base. Este procedimento foi realizado passo a passo tentando-se atenuar ao máximo as distorções cartográficas. Entretanto, posteriores superposições do mapa de drenagem detalhada com as bases planimétrica e altimétrica permitem afirmar que estas distorções foram muito pequenas;
- Digitalização do mapa de drenagem detalhada, que teve como resultado o arquivo digital SUAPE8.dxf e
- Determinação da ordem de cada canal de drenagem, segundo o modelo proposto por Strahler (1952). Para realização desta atividade utilizou-se o programa AutoCAD, pois este demonstrou ser mais ágil do que o MAXICAD.

6.3.7 Mapa das Bacias Hidrográficas

Os limites das bacias hidrográficas foram traçados sobre as cartas topográficas na escala 1:25.000 baseando-se na distribuição das curvas de nível e dos pontos com cotas máximas. Desta maneira foram individualizadas 36 bacias, posteriormente agrupadas em três conjuntos (bacias, sub-bacias e bacias costeiras) em função do grau de importância:

- Bacias – Pirapama, Massangana, Tatuóca, Ipojuca, Merepe, Sibiró, Maracaípe, Aratangi e Tapuruçu.
- Sub-Bacias – Macacos, Coruja, Travasso, Utinga, Cedro, Santa Amélia, Utinga de Baixo, Algodoads, Poma, Água Verde, Arimunã, Piedade, Cangari, Arimbí, Tapera, Canoas, Gaipió, Sibiró do Meio, Semeão, Diamante e Santa Clara.
- Bacias Costeiras – Estuário Norte, Estuário Sul, Arrombados, Costeira 1 e Costeira 2.

A Tabela 6.1 apresenta algumas características destas bacias (área e ordem) enquanto o [Anexo 13](#) ilustra o Mapa de Bacias Hidrográficas. A ordem de cada bacia foi estabelecida analisando-se o Mapa de Drenagem Detalhada ([Anexo 12](#)).

Tabela 6.1 - Relação das bacias e sub-bacias hidrográficas cartografadas. As bacias assinaladas com (*) não estão totalmente compreendidas dentro da área trabalhada, tendo portanto áreas parciais.

Bacia	Sub-bacia	Área (KM ²)	Ordem
Pirapama	Pirapama (*)	44,91	>6ª
	Macacos (*)	2,52	4ª
	Coruja (*)	3,49	4ª
	Travasso	6,13	4ª
	Utinga	32,63	5ª
	Cedro (*)	11,18	4ª
	Santa Amélia (*)	27,62	5ª
Massangana	Massangana	47,07	6ª
	Utinga de Baixo	7,27	4ª
	Tabatinga	23,56	5ª
	Algodoads	20,03	5ª
	Poma	4,50	3ª
Tatuóca	Tatuóca	12,85	4ª
Ipojuca	Ipojuca (*)	89,11	>6ª
	Água Verde (*)	9,88	4ª
	Arimunã	10,83	4ª
	Piedade (*)	18,64	5ª
	Cangari	6,39	4ª

Merepe	Merepe	25,82	6ª
	Arimbí	31,41	5ª
	Tapera	21,65	5ª
	Canoas	8,23	5ª
Sibiró	Sibiró (*)	35,13	6ª
	Gaipió (*)	6,65	4ª
	Sibiró do Meio (*)	14,11	5ª
	Semeão (*)	3,07	3ª
Maracaípe	Maracaípe (*)	17,61	4ª
Aratangi	Aratangi (*)	8,50	5ª
	Diamante (*)	4,94	4ª
	Santa Clara (*)	4,41	4ª
Taperuçu	Taperuçu (*)	1,62	2ª
	Estuário Norte	7,86	6ª
	Estuário Sul	3,66	>6ª
	Arrombados	11,35	4ª
	Costeira 1	3,59	3ª
	Costeira 2	3,37	3ª

6.3.8 Mapa Pedológico

O mapa pedológico ([Anexo 14](#)) corresponde a ampliação do Mapa de Solos do Estado de Pernambuco (1:100.000) em elaboração pela EMBRAPA (no prelo). Como referido anteriormente, foram assumidos o risco das imprecisões cartográficas decorrentes das ampliações efetuadas, em função da grande importância das informações pedológicas neste trabalho e da inexistência de mapas de solos em escalas maiores.

No mapa da EMBRAPA, os solos foram agrupados em várias associações (LA2, LA3, PA1, PA2, PA4, PA5, PA8, PV4, PV6, PV8, PV18, TR, GL1, GL2, GL3, GL4, GL5, GL9, AQ, AM, PD1 e SM) que estão caracterizadas no Anexo IV, estando suas distribuições em área ilustradas na Tabela 6.2.

No [Anexo 4](#) estão listadas características inerentes a todas associações de solo mapeadas na área em estudo. Após a conclusão da adequação da ampliação do mapa de solos ao mapa base, procedeu-se a digitalização do mapa pedológico (SUAPE10.dxf).

Tabela 6.2 - Distribuição das associações de solos.

Solos	Área (km ²)	Área (%)
Aterro	1,89	0,27
Latossolo Amarelo - LA2	125,69	17,96
Latossolo Amarelo - LA3	1,58	0,23
Podzólico Amarelo - PA1	22,78	3,25
Podzólico Amarelo - PA2	20,34	2,91
Podzólico Amarelo - PA4	5,07	0,72
Podzólico Amarelo - PA5	0,45	0,06
Podzólico Amarelo - PA8	6,72	0,96
Podzólico Vermelho-Amarelo - PV4	1,05	0,15
Podzólico Vermelho-Amarelo - PV6	45,23	6,46
Podzólico Vermelho-Amarelo - PV8	20,61	2,94
Podzólico Vermelho-Amarelo - PV18	77,39	11,06
Terra Roxa - TR	6,96	0,99
Gleissolo - GL1	1,31	0,19
Gleissolo - GL2	1,91	0,27
Gleissolo - GL3	101,11	14,44
Gleissolo - GL4	19,77	2,82
Gleissolo - GL5	2,26	0,32
Gleissolo - GL9	32,85	4,69
Areias Quartzosas - AQ	3,83	0,55

Areias Quartzosas Marinhas - AM	22,11	3,16
Podzol - PD1	8,62	1,23
Solos de Mangue – SM	44,28	6,33

6.3.9 Mapa Fitológico

O mapa fitológico constou basicamente da ampliação, para a escala 1:25.000, do Mapa de Cobertura Vegetal da Região Metropolitana do Recife, elaborado pela FIDEM (PERNAMBUCO, 1988). Considerando-se que o mapa de cobertura vegetal não abrange toda a área estudada, procedeu-se uma fotointerpretação visando cobrir áreas sem informações. Entretanto ainda restou uma pequena área sem informações fitológicas, visto que o recobrimento aerofotogramétrico realizado em 1981 não abrange toda área trabalhada, conforme pode ser observado [Figura 6.4](#) que ilustra a abrangência dos trabalhos utilizados na elaboração do mapa fitológico compilado ([Anexo 15](#)).

Complementarmente, foram adicionadas informações sobre os reflorestamentos do Plano Diretor de SUAPE. Estão listadas no [Anexo 5](#) algumas propriedades das unidades fitológicas cartografadas.

6.3.10 Mapa de Feições Morfogenéticas

O mapa de feições morfogenéticas ([Anexo 16](#)) foi elaborado a partir da compilação dos trabalhos de cartografia geomorfológica realizados por Amaral (1994), Assis (1994) e Veiga (1994). Considerando-se que estes trabalhos não cobriram toda a área trabalhada ([Figura 6.5](#)), tornou-se necessário a realização de uma fotointerpretação complementar.

Neste mapa foram cartografadas as seguintes feições:

- Ravinamento.
- Voçorocamento.
- Deslizamento.
- Desmoronamento.

A mapa de feições morfogenéticas foi digitalizado, gerando como resultado o arquivo SUAPE12.dxf.

7 DIGITALIZAÇÃO DAS CARTAS BÁSICAS

As cartas básicas foram digitalizadas utilizando-se o Sistema MAXICAD (R), Versão 3.5 (19/02/93), desenvolvido pela MaxiDATA Tecnologia e Informática Ltda. Considerando-se que esta versão (DOS) gerou apenas arquivos com extensão .cad e .seq que não são importáveis pelo IDRISI, utilizou-se adicionalmente uma versão mais recente (for Windows) pertencente a Superintendência Regional de São Paulo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, que gerou arquivos .dxf.

Uma relação contendo todas as informações inerentes as digitalizações realizadas encontra-se ilustrada no [Anexo 6](#). Visando facilitar a compreensão da metodologia adotada na digitalização das cartas básicas, achou-se por bem definir alguns termos mais utilizados na realização desta atividade.

- **Tema** – Termo utilizado para identificar um conjunto de informações gráficas associadas a um único componente do meio físico (mapa geológico, mapa fitológico, mapa pedológico, mapa de fraturas, mapa de drenagem detalhada, carta de declividade etc).
- **Unidade** – Conjunto de objetos individualizados em um tema e possuidores das mesmas características. Ou seja, as unidades geológicas identificadas no mapa geológico (Formação Barreiras, Formação Ipojuca, Formação Estivas, Formação Cabo etc).
- **Entidade** – Cada um dos objetos que compõem as unidades. Estes objetos podem ser poligonais (manchas mapeadas como sendo Formação Barreiras, Mata Atlântica, Areias Quartzosas Marinhas etc), lineares (lineamentos, falhas, fraturas, rede de drenagem, rodovias, estradas de ferro etc) ou pontuais (afloramentos, poços de sondagem, pontos de amostragem geoquímica etc).
- **Atributo** – Conjunto de características de uma determinada entidade (litologia, declividade, textura, espessura, porosidade, permeabilidade, colapsividade, pH, tempo de concentração etc).

Considera-se a digitalização dos mapas e cartas básicas, uma atividade de extrema importância, pois se bem conduzida certamente evitará um grande número de transtornos e perdas de tempo quando se atingir as atividades inerentes aos tratamentos automáticos utilizando os sistemas de informações geográficas.

Antes de dar início a digitalização das cartas e mapas básicos, assumiu-se as seguintes premissas básicas:

- Cada unidade (tipo de solo, unidade geológica, tipo fitológico, classe de declividade, barragem, estrada, área de proteção de mananciais, sítio histórico etc) teve seu próprio nível de digitalização, fosse ela formada por pontos, linhas ou polígonos. Ou seja, as unidades Sedimentos de Praia e Depósitos Eólicos foram digitalizadas no nível 301 e 302, respectivamente, e estes níveis são exclusivos destas unidades. Como não foram digitalizadas unidades diferentes num mesmo nível, pode-se, facilmente, identificar uma unidade através do seu nível ou vice-versa.
- Se uma entidade fosse digitalizada tanto como linha quanto como polígono, seria utilizado um nível para cada situação. Exemplificando, o nível 87 corresponde ao Rio Massangana (linha), enquanto que o nível 132 corresponde ao Rio Massangana (polígono).
- Foram atribuídas "palavras chaves" às unidades digitalizadas, procedimento de grande utilidade quando se trabalha com o sistema de informações geográficas SPANS, mas desnecessário se a pretensão é utilizar o IDRISI. Entretanto, considerando-se que a CPRM utiliza o SPANS, optou-se em manter a atribuição das "palavras chaves". Este procedimento só não foi mantido para a digitalização da Base Altimétrica, da Carta de Declividade, do Mapa de Drenagem Detalhada e do Mapa de Fraturas, pois aumentaria em muito o tempo destinado a sua realização.

A digitalização dos documentos básicos foi indiscutivelmente uma tarefa demorada e cansativa, além de requerer que o digitalizador estivesse sempre muito atento. Portanto, foi indispensável que se procedesse uma criteriosa programação prévia das atividades a serem realizadas. Neste trabalho adotou-se a seguinte seqüência de atividades:

- O primeiro tema a ser digitalizado foi a base planimétrica, visto que este documento serviu de fundo para todas as outras digitalizações.
- Confecção prévia de uma planilha relacionando as palavras chaves, cor dos traços, estrutura e descritor de cada nível, conforme ilustrado na Tabela 7.1. A elaboração desta planilha, além de organizar e agilizar a digitalização, impediu que diferentes unidades fossem digitalizadas em um mesmo nível;
- Foi criado um polígono retangular denominado de quadrícula de amarração (nível 1000) e contendo as mesmas dimensões da área trabalhada, ou seja $X_{\min}=260.000$, $X_{\max}=288.000$, $Y_{\min}=9.060.000$ e $Y_{\max}=9.085.000$. Este polígono, passou a funcionar como um gabarito, não permitindo que nada fosse digitalizado fora dos limites da área trabalhada. Este procedimento evitou a ocorrência de problemas quanto da importação dos arquivos gráficos pelo IDRISI.
- Quando as entidades eram poligonais, digitalizou-se inicialmente todas as linhas circundantes dos polígonos em um nível auxiliar (nível 500). Posteriormente, procedeu-se o fechamento de cada um dos polígonos (para confirmar se estes polígonos estavam realmente fechados, determinou-se a área de cada um deles). Finalmente cada polígono foi copiado para o nível previamente estabelecido.
- Quando as entidades eram lineares ou pontuais, a digitalização foi realizada diretamente no nível previamente estabelecido, ou seja, as falhas e lineamentos foram digitalizados nos níveis 320 e 321, respectivamente. Portanto, para digitalização deste tipo de entidade, não foi necessário utilizar-se o nível auxiliar.
- Cada tema foi digitalizado em arquivo independente, conforme listado na Tabela 7.2, evitando-se desta maneira a geração de arquivos muito grandes.

Tabela 7.1 - Planilha para digitalização do Mapa Geológico Compilado.

Nível	Palavra Chave	Cor	Estrutura	Descritor
0	ENQUADRAMENTO	1	Polígono	Enquadramento

2	MOLDURA	2	Polígono	Moldura
5	COORD GEOGRAF	15	Linha	Coordenadas Geográficas
6	COORD UTM	15	Linha	Coordenadas UTM
300	ATERRO	8	Polígono	Aterro
301	Qp	8	Polígono	Sedimentos de Praia
302	Qd	8	Polígono	Depósitos Eólicos
303	Qm	8	Polígono	Sedimentos de Mangue
304	Qr	8	Polígono	"Beachrocks"
305	Qth	8	Polígono	Terraços Marinheiros Holocênicos
306	Qdf	8	Polígono	Sedimentos Flúvio-Lagunares
307	Qtp	8	Polígono	Terraços Marinheiros Pleistocênicos
308	TQb	8	Polígono	Formação Barreiras
309	Kv	8	Polígono	Traquitos, Basaltos e Tufos
310	Kiγ	8	Polígono	Granito Sub-Vulcânico
311	Ke	8	Polígono	Formação Estiva
312	Kc	8	Polígono	Formação Cabo
313	PSγ 3J	8	Polígono	Quartzossienito
314	PSγ 3I	8	Polígono	Leucogranito
315	PSγ 3F	8	Polígono	Biotita Granito
316	Aogn	8	Polígono	Ortognaisse
320	FALHAS	4	Linha	Falhas
321	LINEAMENTOS	4	Linha	Lineamentos
500		3	Linha	Nível de Trabalho
600		15	Texto	Toponímias
1000		1	Polígono	Quadrícula de Amarração

Tabela 7.2 - Relação dos Arquivos Digitalizados.

Título do Documento Básico	Nome do Arquivo	Tamanho (bytes)
Base Planimétrica	SUAPE.dxf	4.424.255
Mapa Geológico Compilado	SUAPE1.dxf	3.721.552
Carta de Uso Atual do Solo	SUAPE2.dxf	576.472
Mapa Fitológico	SUAPE3.dxf	8.593.067
Mapa das Bacias Hidrográficas	SUAPE4.dxf	1.205.792
Base Altimétrica	SUAPE6.dxf	23.144.875
Mapa de Drenagem Detalhada	SUAPE8.dxf	4.751.082
Mapa de Fraturas	SUAPE9.dxf	1.175.082
Mapa Pedológico	SUAPE10.dxf	2.902.408
Carta de Declividade	SUAPE11.dxf	10.328.506
Mapa das Feições Morfogenéticas	SUAPE12.dxf	90.408
Índice de Informações Cartográficas	SUAPEIND.dxf	441.686
Base Planimétrica Regional	SUAPEPG.dxf	2.869.315

8 TRATAMENTO DAS CARTAS BASICAS

O tratamento das cartas básicas, ou seja, a transformação de imagens vetoriais em imagens raster, foi realizado quase que totalmente dentro do ambiente IDRISI, sendo eventualmente necessário utilizar os programas AutoCAD12 e SURFER. Este tratamento correspondeu a realização das seguintes etapas:

- Preparação dos arquivos digitalizados.
- Criação dos arquivos vetoriais.
- Elaboração da imagem de inicialização.
- Criação dos arquivos imagem.
- Elaboração das cartas interpretativas.

As atividades correspondentes a elaboração das cartas interpretativas encontram-se detalhadas no Capítulo 9.

8.1 Preparação dos Arquivos Digitalizados

A etapa de preparação dos arquivos digitalizados foi realizada dentro do programa AutoCAD 12, ocasião em que foram criados arquivos auxiliares com extensão .dxf e que se contivessem apenas as unidades a serem tratadas no IDRISI. Exemplificando, o arquivo Geologia.dxf, que só contempla as unidades geológicas, foi gerado a partir do arquivo SUAPE1.dxf. Sugere-se que os arquivos auxiliares contendam apenas um tipo de entidade, seja ela polígono, linha ou ponto.

8.2 Criação dos Arquivos Vetoriais

A primeira atividade realizada dentro do ambiente IDRISI consistiu na criação de um arquivo vetorial correspondente ao arquivo auxiliar exportado pelo AutoCAD 12. Ou seja, foi criado o arquivo Geologia.vec a partir da importação do arquivo Geologia.dxf, utilizando-se o comando DXFIDRIS do módulo File/Import/Export.../Import/Desktop Publishing Formats.

8.3 Elaboração da Imagem de Inicialização

A imagem de inicialização corresponde a uma grade, onde o número de linhas e colunas são determinadas um função do tamanho da área trabalhada e da resolução espacial que se pretende adotar. Visando estabelecer o número de linhas e colunas foi realizado inicialmente um teste com resultados ilustrados na Tabela 8.1 e onde observa-se que um aumento de 10 vezes da resolução provocou um aumento de 127 vezes no tamanho do arquivo correspondente a imagem de inicialização. Neste trabalho optou-se por um elemento de resolução (pixel) com tamanho de 12,5 x 12,5 m, visto que proporcionaria a geração de imagens com boa resolução espacial e não seriam criados arquivos muito grandes. A imagem de inicialização utilizada neste trabalho correspondeu ao arquivo GRADE.img.

Tabela 8.1 – Teste relacionando o pixel e a imagem de inicialização.

Linhas	Colunas	Pixel (m x m)	Arquivo (kbytes)
560	400	50,0 x 50,0	430
1.250	1.400	20,0 x 20,0	3.418
2.000	2.240	12,5 x 12,5	8.750
2.500	2.800	10,0 x 10,0	13.672
5.600	4.000	5,0 x 5,0	54.688

A imagem de inicialização utilizada neste trabalho está ilustrada na [Figura 8.1](#) e contem as seguintes características:

- 2.000 linhas.
- 2.240 colunas.
- Tamanho do pixel = 12,5 x 12,5m.
- $X_{\min} = 260.000$.
- $X_{\max} = 288.000$.
- $Y_{\min} = 9.060.000$.
- $Y_{\max} = 9.085.000$.

8.4 Criação dos Arquivos Imagem

Os arquivos imagens (raster) foram gerados a partir dos arquivos vetoriais, utilizando-se do comando POLYRAS do módulo Reformat/Raster/Vector Conversion. Desta maneira o arquivo Geologia.vec foi transformado no arquivo Geologia.img. Nesta rotina de transformação utilizou-se o comando POLYRAS quando se tratava de um arquivo vetorial correspondente a entidades poligonais, se estas fossem lineares ou pontuais seriam utilizados os comandos LINERAS e POINTRAS, respectivamente.

Após geração dos arquivos imagens correspondentes a cada carta e mapa básicos utilizados neste trabalho, passou-se ao desenvolvimento do geoprocessamento propriamente dito, ou seja a elaboração das cartas interpretativas e derivadas.

9 ELABORAÇÃO DAS CARTAS INTERPRETATIVAS

As cartas interpretativas constituem-se documentos que foram elaborados a partir da interação e tratamento das cartas básicas, a partir da utilização conjunta de um escâner de mesa e dos programas IDRISI, AutoCAD 12, SURFER e PGDXFCON.

Como parte da elaboração das cartas interpretativas e fazendo parte da atividade de entrada de dados, foram elaborados os seguintes documentos:

- **Quadrícula Ortogonal.**
- **Mosaico Digital Semi-Controlado de Fotografias Aéreas.**
- **Carta de Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura.**
- **Carta de Declividade**

Considerando-se as peculiaridades da elaboração destes produtos interpretativos, a metodologia adotada para confecção de cada um deles será abordada separadamente.

9.1 Quadrícula Ortogonal

A utilização de técnicas de geoprocessamento prescinde, em algumas situações, da transformação de mapas e cartas que representem feições pontuais e lineares (afloramentos, deslizamentos, traços de fratura, rede de drenagem etc.) em produtos gráficos que correspondam a feições poligonais, tais como as cartas de iso-freqüência de fratura e de densidade drenagem.

A realização destas transformações em ambiente IDRISI, só tornou-se possível após a criação de uma quadrícula ortogonal formada por células georreferenciadas, independentes e identificáveis. Por esta razão, considerou-se necessário a elaboração desta quadrícula utilizando-se o programa AutoCAD 12 e seguindo-se os procedimentos detalhados nos itens a seguir.

9.1.1 Traçado da Malha Ortogonal

Foi confeccionada uma malha ortogonal com equidistância entre linhas de 1.000 m e com a mesma origem da área objeto deste trabalho ($X_{\min}=260.000$ e $Y_{\min}=9.060.000$). Esta malha foi criada utilizando-se o comando OFFSET.

9.1.2 Criação das Células

A transformação da malha (formada por linhas) em uma quadrícula (formada por células) foi realizada pelo comando Bpoly/Pick Points. Com este procedimento, foram criadas 700 células quadradas, com 1.000 m de lado e dispostas num único nível "layer".

9.1.3 Atribuição dos Identificadores

Adotou-se como identificador das células e correspondente a propriedade elevação, valores inteiros variando de 1 a 700. Para atribuição destes identificadores utilizou-se os comandos Change/Properties/Elevation. Desta maneira, cada célula passou a ser identificada por um número, conforme pode ser observado na [Figura 9.1](#).

9.2 Mosaico Digital Semi-Controlado de Fotografias Aéreas

Os mosaicos digitais constituem-se em um produto extremamente útil, principalmente quando as imagens orbitais disponíveis (LANDSAT e SPOT) apresentam elevados índices de cobertura de nuvens, como é o caso da área objeto deste trabalho.

Deve-se salientar que nem sempre é possível e/ou viável a utilização de imagens radargramétricas, em função das datas de imageamento, das resoluções espacial e espectral, da necessidade de programas específicos e do elevado custo envolvido na aquisição destes produtos digitais. Pelo exposto e considerando a disponibilidade de fotografias aéreas recentes e em bom estado de conservação, decidiu-se pela confecção de um mosaico digital.

A elaboração do mosaico semi-controlado de fotografias aéreas, além de extremamente simples, envolveu reduzidos recursos financeiros, necessitando apenas de um conjunto de aerofotos, cartas topográficas, um escâner de mesa e o programa IDRISI.

A confecção do mosaico de fotografias aéreas da área de Suape seguiu os procedimentos descritos nos itens que seguem.

9.2.1 Seleção das Fotografias Aéreas

As fotografias aéreas a serem utilizadas na elaboração do mosaico devem apresentar excelente estado de conservação, uma vez que qualquer alteração (manchas, riscos, rachaduras etc) poderá modificar as características deste produto.

Para elaboração do mosaico de Suape, foi utilizado um conjunto de 48 fotografias aéreas pancromáticas, copiadas na escala 1:30.000, reproduzidas em papel "mate" e obtidas durante um levantamento aerofotogramétrico realizado em março de 1988 pelo 1º/6º GAV (Projeto 07-FAB FIDEM-81). Estas fotografias aéreas estão dispostas em 5 faixas orientadas na direção leste-oeste conforme ilustrado na [Figura 9.2](#). Observa-se nesta figura que as faixas 3, 4 e 5 não recobrem toda área trabalhada, o que propiciou um limite irregular no extremo sudoeste do mosaico em referência.

9.2.2 Determinação das Coordenadas UTM's dos Pontos de Controle

Para determinação das coordenadas UTM's, foram selecionados pontos de controle na cartas topográficas 1:25.000 que fossem facilmente identificáveis nas fotografias aéreas, tais como bifurcações de estradas, curvas pronunciadas de rios, cruzamento de estradas com rios, dentre outros. Evidentemente que cada ponto de controle selecionado na carta topográfica poderia ser utilizado em mais de uma foto, devido aos recobrimentos laterais e longitudinais.

Foram selecionados cinco pontos de controle para cada fotografia, sendo quatro formando um grande retângulo e o quinto situado no centro desta figura geométrica.

9.2.3 Rasterização das Fotografias Aéreas

Para rasterização das fotografias aéreas utilizou-se um escâner de mesa modelo HP Scanjet Ilcx. Os arquivos resultantes da rasterização de cada aerofoto foram sempre menores que 1,5 Mbytes. Desta maneira, foram criados 48 arquivos, em formato TIFF 5.0 (Tagged Image File Format), correspondendo cada um deles a uma fotografia digital.

9.2.4 Identificação dos Pontos de Controle nas Fotografias Digitais

As coordenadas dos pontos de controle das fotografias aéreas rasterizadas foram determinadas utilizando-se o programa IDRISI. Para tal, adotou-se os seguintes procedimentos:

- Importar para o IDRISI os arquivos correspondentes as fotografias digitais, utilizando-se o comando TIFIDRIS do módulo File/Import/Export.../Import/Desktop Publishing Format. Desta importação foi originado um arquivo imagem para cada fotografia digital. Estes arquivos imagem possuem extensão .img;
- Exibir o arquivo imagem, através do comando DISPLAY Launcher do módulo Display e
- Determinar as coordenadas (X e Y) dos pixels correspondentes aos pontos de controle. Neste trabalho adotou-se a terminologia de coordenadas UTM quando estas foram extraídas das cartas topográficas e coordenadas IMG para aquelas determinadas nas fotografias digitais. Tabela 9.1 estão relacionadas as coordenadas UTM e IMG dos cinco pontos de controle de

cada fotografia aérea utilizada.

9.2.5 Criação do Arquivo de Correspondência

Criou-se um arquivo de correspondência utilizando-se a opção Correspondence file do módulo Data Entry/Edit. Este arquivo teve a seguinte formatação:

```
Nº de pontos utilizados
X1IMG Y1IMG X1UTM Y1UTM
X2IMG Y2IMG X2UTM Y2UTM
X3IMG Y3IMG X3UTM Y3UTM
XnIMG YnIMG XnUTM YnUTM
```

9.2.6 Georreferenciamento das Fotografias Aéreas

O georreferenciamento foi realizado a partir de uma redistribuição espacial dos pixels que compõem a imagem correspondente a fotografia aérea original, utilizando-se o comando RESAMPLE do módulo Reformat. Desta maneira a imagem de cada fotografia aérea passou a ser georreferenciada, ou seja, cada pixel passou a ter coordenadas geográficas. Esta reamostragem requereu as seguintes informações adicionais:

- Nome do arquivo de correspondência.
- Coordenadas UTM da imagem resultado do georreferenciamento ($X_{\min}=260.000$, $X_{\max}=288.000$, $Y_{\min}=9.060.000$ e $Y_{\max}=9.085.000$).
- Função de mapeamento. Optou-se pela função linear visto que se dispunha de cinco pontos de controle. A função quadrática requer um mínimo de seis pontos de controle.
- Tipo de reamostragem. Optou-se pela reamostragem bilinear.
- Sistema de referência. Optou-se pelo sistema plano.

Para cada georreferenciamento, o programa determina o erro médio quadrático da reamostragem (RMS). Estipulou-se que o georreferenciamento das fotografias aéreas só seria realizado se o RMS fosse inferior a 12,5 m, caso contrário seriam revistas as coordenadas IMG e UTM. Os RMS's determinados nesta reamostragem estão listados na [Tabela 9.1](#).

9.2.7 Determinação da Área Útil das Fotografias Digitais

A área útil de uma fotografia aérea corresponde a um retângulo limitado por quatro vértices (X_{\min} , X_{\max} , Y_{\min} e Y_{\max}) que devem estar localizados nas porções intermediárias dos recobrimentos laterais e longitudinais.

A [Figura 9.3](#) ilustra as coordenadas limites das áreas úteis das fotografias aéreas utilizadas na elaboração do mosaico semi-controlado. Observa-se que dentro de uma mesma faixa, a área útil de todas as fotografias possuem as mesmas coordenadas Y_{\min} e Y_{\max} , e que as coordenadas Y_{\max} de uma determinada faixa são idênticas as coordenadas Y_{\min} da faixa imediatamente superior.

Após a determinação da área útil, procedeu-se o recorte de cada fotografia aérea utilizando-se o comando WINDOW do módulo Reformat.

9.2.8 Articulação das Fotografias Aéreas Recortadas

Para execução da articulação das fotografias recortadas e conseqüente elaboração do mosaico semi-controlado, adotou-se a seguinte sistemática:

- Foram articuladas inicialmente as fotografias contíguas pertencentes a mesma faixa, utilizando-se o comando CONCAT do módulo Reformat.
- Posteriormente as 5 faixas foram articuladas duas a duas, culminando com a confecção do mosaico semi-controlado ilustrado no [Anexo 32](#).

9.3 Carta de Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura

A elaboração da carta de interseções da rede de drenagem com os traços de fratura foi realizada por meio de uma sobreposição, dentro do ambiente IDRISI, do mapa de drenagem detalhada com o mapa de fraturas. O resultado deste superposição foi adicionalmente tratado pelos programas AutoCAD 12 e SUFER. A metodologia adotada na elaboração deste produto obedeceu os procedimentos estabelecidos nos itens detalhados a seguir.

9.3.1 Elaboração da Carta de Interseções Preliminar (pontos)

A carta de interseções preliminar foi desenvolvida a partir da superposição do mapa de drenagem detalhada com o mapa de fraturas, utilizando-se o comando OVERLAY do módulo Analysis/Database Query.

A carta de pontos resultante desta sobreposição foi posteriormente reclassificada através do comando RECLASS do módulo Analysis/Database Query, de tal maneira que o fundo da imagem tivesse valor 0 (zero) e as interseções valor 1, conforme está ilustrado no Anexo 17. A baixa qualidade gráfica deste anexo se prende ao fato de que cada ponto correspondente a uma interseção é representado, na escala 1:100.000, por um quadrado com 0,125 mm de lado.

9.3.2 Criação do Arquivo de Dados

Dando seqüência a elaboração da carta de interseções, foi criado um arquivo de dados, sobrepondo-se a quadricula ortogonal (Figura 9.1) à carta de interseção preliminar (Anexo 17), utilizando-se para tal o comando EXTRAC do módulo Analysis/Database Query. Desta sobreposição foi originado um arquivo de dados contendo a frequência de interseções computadas dentro de cada célula da quadricula ortogonal, como pode ser observado na Tabela 9.2.

Tabela 9.2 – Relação das interseções rede de drenagem x traços de fratura.

Célula	Centro da Célula		Intersec.	Célula	Centro da Célula		Intersec.	Célula	Centro da Célula		Intersec.
	Coord X	Coord Y			Coord X	Coord Y			Coord X	Coord Y	
1	260.500	9.084.500	9	235	284.500	9.076.500	23	469	264.500	9.066.500	25
2	261.500	9.084.500	21	236	285.500	9.076.500	33	470	265.500	9.066.500	25
3	262.500	9.084.500	23	237	286.500	9.076.500	5	471	266.500	9.066.500	23
4	263.500	9.084.500	30	238	260.500	9.075.500	8	472	267.500	9.066.500	23
5	264.500	9.084.500	39	239	261.500	9.075.500	24	473	268.500	9.066.500	13
6	265.500	9.084.500	34	240	262.500	9.075.500	21	474	269.500	9.066.500	10
7	266.500	9.084.500	32	241	263.500	9.075.500	20	475	270.500	9.066.500	23
8	267.500	9.084.500	62	242	264.500	9.075.500	10	476	271.500	9.066.500	11
9	268.500	9.084.500	57	243	265.500	9.075.500	14	477	272.500	9.066.500	33
10	269.500	9.084.500	42	244	266.500	9.075.500	36	478	273.500	9.066.500	23
11	270.500	9.084.500	44	245	267.500	9.075.500	18	479	274.500	9.066.500	23
12	271.500	9.084.500	25	246	268.500	9.075.500	23	480	275.500	9.066.500	15
13	272.500	9.084.500	30	247	269.500	9.075.500	17	481	276.500	9.066.500	28
14	273.500	9.084.500	40	248	270.500	9.075.500	5	482	277.500	9.066.500	9
15	274.500	9.084.500	23	249	271.500	9.075.500	13	483	278.500	9.066.500	1
16	275.500	9.084.500	45	250	272.500	9.075.500	31	484	279.500	9.066.500	14
17	276.500	9.084.500	7	251	273.500	9.075.500	41	485	280.500	9.066.500	6
18	277.500	9.084.500	2	252	274.500	9.075.500	15	486	281.500	9.066.500	1
19	278.500	9.084.500	11	253	275.500	9.075.500	11	487	282.500	9.066.500	0
20	279.500	9.084.500	4	254	276.500	9.075.500	36	488	260.500	9.065.500	19
21	280.500	9.084.500	4	255	277.500	9.075.500	17	489	261.500	9.065.500	12
22	281.500	9.084.500	5	256	278.500	9.075.500	42	490	262.500	9.065.500	20
23	282.500	9.084.500	18	257	279.500	9.075.500	47	491	263.500	9.065.500	17
24	283.500	9.084.500	28	258	280.500	9.075.500	23	492	264.500	9.065.500	17
25	284.500	9.084.500	19	259	281.500	9.075.500	22	493	265.500	9.065.500	32
26	285.500	9.084.500	1	260	282.500	9.075.500	23	494	266.500	9.065.500	36
27	260.500	9.083.500	36	261	283.500	9.075.500	36	495	267.500	9.065.500	26
28	261.500	9.083.500	27	262	284.500	9.075.500	28	496	268.500	9.065.500	24
29	262.500	9.083.500	44	263	285.500	9.075.500	6	497	269.500	9.065.500	31
30	263.500	9.083.500	17	264	286.500	9.075.500	0	498	270.500	9.065.500	37
31	264.500	9.083.500	33	265	260.500	9.074.500	32	499	271.500	9.065.500	22
32	265.500	9.083.500	30	266	261.500	9.074.500	38	500	272.500	9.065.500	12
33	266.500	9.083.500	30	267	262.500	9.074.500	29	501	273.500	9.065.500	18
34	267.500	9.083.500	34	268	263.500	9.074.500	32	502	274.500	9.065.500	28
35	268.500	9.083.500	23	269	264.500	9.074.500	47	503	275.500	9.065.500	22
36	269.500	9.083.500	24	270	265.500	9.074.500	31	504	276.500	9.065.500	18
37	270.500	9.083.500	32	271	266.500	9.074.500	19	505	277.500	9.065.500	1
38	271.500	9.083.500	45	272	267.500	9.074.500	25	506	278.500	9.065.500	4
39	272.500	9.083.500	36	273	268.500	9.074.500	43	507	279.500	9.065.500	23
40	273.500	9.083.500	41	274	269.500	9.074.500	16	508	280.500	9.065.500	0
41	274.500	9.083.500	62	275	270.500	9.074.500	14	509	281.500	9.065.500	0
42	275.500	9.083.500	15	276	271.500	9.074.500	23	510	260.500	9.064.500	20
43	276.500	9.083.500	2	277	272.500	9.074.500	13	511	261.500	9.064.500	23
44	277.500	9.083.500	0	278	273.500	9.074.500	17	512	262.500	9.064.500	31
45	278.500	9.083.500	1	279	274.500	9.074.500	25	513	263.500	9.064.500	26
46	279.500	9.083.500	3	280	275.500	9.074.500	18	514	264.500	9.064.500	15
47	280.500	9.083.500	21	281	276.500	9.074.500	34	515	265.500	9.064.500	26
48	281.500	9.083.500	22	282	277.500	9.074.500	39	516	266.500	9.064.500	17
49	282.500	9.083.500	40	283	278.500	9.074.500	41	517	267.500	9.064.500	11
50	283.500	9.083.500	23	284	279.500	9.074.500	17	518	268.500	9.064.500	19
51	284.500	9.083.500	9	285	280.500	9.074.500	28	519	269.500	9.064.500	18

52	285.500	9.083.500	0	286	281.500	9.074.500	16	520	270.500	9.064.500	17
53	260.500	9.082.500	4	287	282.500	9.074.500	16	521	271.500	9.064.500	7
54	261.500	9.082.500	13	288	283.500	9.074.500	22	522	272.500	9.064.500	10
55	262.500	9.082.500	15	289	284.500	9.074.500	0	523	273.500	9.064.500	42
56	263.500	9.082.500	18	290	285.500	9.074.500	0	524	274.500	9.064.500	49
57	264.500	9.082.500	14	291	260.500	9.073.500	12	525	275.500	9.064.500	21
58	265.500	9.082.500	9	292	261.500	9.073.500	34	526	276.500	9.064.500	14
59	266.500	9.082.500	16	293	262.500	9.073.500	19	527	277.500	9.064.500	12
60	267.500	9.082.500	33	294	263.500	9.073.500	64	528	278.500	9.064.500	20
61	268.500	9.082.500	35	295	264.500	9.073.500	29	529	279.500	9.064.500	13
62	269.500	9.082.500	31	296	265.500	9.073.500	99	530	280.500	9.064.500	0
63	270.500	9.082.500	17	297	266.500	9.073.500	83	531	281.500	9.064.500	0
64	271.500	9.082.500	51	298	267.500	9.073.500	32	532	260.500	9.063.500	4
65	272.500	9.082.500	82	299	268.500	9.073.500	27	533	261.500	9.063.500	18
66	273.500	9.082.500	49	300	269.500	9.073.500	19	534	262.500	9.063.500	19
67	274.500	9.082.500	16	301	270.500	9.073.500	17	535	263.500	9.063.500	31
68	275.500	9.082.500	33	302	271.500	9.073.500	9	536	264.500	9.063.500	18
69	276.500	9.082.500	23	303	272.500	9.073.500	17	537	265.500	9.063.500	48
70	277.500	9.082.500	8	304	273.500	9.073.500	9	538	266.500	9.063.500	22
71	278.500	9.082.500	10	305	274.500	9.073.500	21	539	267.500	9.063.500	24
72	279.500	9.082.500	17	306	275.500	9.073.500	3	540	268.500	9.063.500	18
73	280.500	9.082.500	36	307	276.500	9.073.500	17	541	269.500	9.063.500	30
74	281.500	9.082.500	47	308	277.500	9.073.500	61	542	270.500	9.063.500	19
75	282.500	9.082.500	14	309	278.500	9.073.500	21	543	271.500	9.063.500	16
76	283.500	9.082.500	20	310	279.500	9.073.500	6	544	272.500	9.063.500	45
77	284.500	9.082.500	41	311	280.500	9.073.500	10	545	273.500	9.063.500	20
78	285.500	9.082.500	0	312	281.500	9.073.500	7	546	274.500	9.063.500	22
79	260.500	9.081.500	12	313	282.500	9.073.500	3	547	275.500	9.063.500	10
80	261.500	9.081.500	13	314	283.500	9.073.500	9	548	276.500	9.063.500	21
81	262.500	9.081.500	5	315	284.500	9.073.500	0	549	277.500	9.063.500	26
82	263.500	9.081.500	46	316	285.500	9.073.500	0	550	278.500	9.063.500	21
83	264.500	9.081.500	18	317	260.500	9.072.500	15	551	279.500	9.063.500	15
84	265.500	9.081.500	11	318	261.500	9.072.500	16	552	280.500	9.063.500	0
85	266.500	9.081.500	36	319	262.500	9.072.500	19	553	281.500	9.063.500	0
86	267.500	9.081.500	18	320	263.500	9.072.500	29	554	260.500	9.062.500	6
87	268.500	9.081.500	22	321	264.500	9.072.500	18	555	261.500	9.062.500	17
88	269.500	9.081.500	35	322	265.500	9.072.500	31	556	262.500	9.062.500	27
89	270.500	9.081.500	15	323	266.500	9.072.500	59	557	263.500	9.062.500	27
90	271.500	9.081.500	24	324	267.500	9.072.500	13	558	264.500	9.062.500	25
91	272.500	9.081.500	45	325	268.500	9.072.500	20	559	265.500	9.062.500	15
92	273.500	9.081.500	19	326	269.500	9.072.500	14	560	266.500	9.062.500	51
93	274.500	9.081.500	44	327	270.500	9.072.500	15	561	267.500	9.062.500	42
94	275.500	9.081.500	14	328	271.500	9.072.500	43	562	268.500	9.062.500	26
95	276.500	9.081.500	29	329	272.500	9.072.500	16	563	269.500	9.062.500	47
96	277.500	9.081.500	31	330	273.500	9.072.500	12	564	270.500	9.062.500	10
97	278.500	9.081.500	15	331	274.500	9.072.500	39	565	271.500	9.062.500	26
98	279.500	9.081.500	17	332	275.500	9.072.500	40	566	272.500	9.062.500	17
99	280.500	9.081.500	15	333	276.500	9.072.500	33	567	273.500	9.062.500	23
100	281.500	9.081.500	13	334	277.500	9.072.500	32	568	274.500	9.062.500	30
101	282.500	9.081.500	16	335	278.500	9.072.500	37	569	275.500	9.062.500	27
102	283.500	9.081.500	22	336	279.500	9.072.500	37	570	276.500	9.062.500	11
103	284.500	9.081.500	9	337	280.500	9.072.500	10	571	277.500	9.062.500	25
104	285.500	9.081.500	7	338	281.500	9.072.500	18	572	278.500	9.062.500	14
105	286.500	9.081.500	0	339	282.500	9.072.500	8	573	279.500	9.062.500	6
106	260.500	9.080.500	7	340	283.500	9.072.500	0	574	280.500	9.062.500	0
107	261.500	9.080.500	8	341	283.500	9.072.500	0	575	260.500	9.061.500	24
108	262.500	9.080.500	21	342	260.500	9.071.500	20	576	261.500	9.061.500	14
109	263.500	9.080.500	9	343	261.500	9.071.500	11	577	262.500	9.061.500	21
110	264.500	9.080.500	18	344	262.500	9.071.500	9	578	263.500	9.061.500	8
111	265.500	9.080.500	7	345	263.500	9.071.500	6	579	264.500	9.061.500	21
112	266.500	9.080.500	30	346	264.500	9.071.500	15	580	265.500	9.061.500	33
113	267.500	9.080.500	19	347	265.500	9.071.500	25	581	266.500	9.061.500	30
114	268.500	9.080.500	41	348	266.500	9.071.500	31	582	267.500	9.061.500	34
115	269.500	9.080.500	11	349	267.500	9.071.500	38	583	268.500	9.061.500	27
116	270.500	9.080.500	47	350	268.500	9.071.500	66	584	269.500	9.061.500	22
117	271.500	9.080.500	33	351	269.500	9.071.500	20	585	270.500	9.061.500	14

118	272.500	9.080.500	15	352	270.500	9.071.500	52	586	271.500	9.061.500	19
119	273.500	9.080.500	36	353	271.500	9.071.500	13	587	272.300	9.061.500	24
120	274.500	9.080.500	39	354	272.500	9.071.500	31	588	270.500	9.061.500	37
121	275.500	9.080.500	21	355	273.500	9.071.500	58	589	274.500	9.061.500	22
122	276.500	9.080.500	26	356	274.500	9.071.500	44	590	275.500	9.061.500	26
123	277.500	9.080.500	13	357	275.500	9.071.500	23	591	276.500	9.061.500	31
124	278.500	9.080.500	15	358	276.500	9.071.500	25	592	277.500	9.061.500	7
125	279.500	9.080.500	28	359	277.500	9.071.500	16	593	278.500	9.061.500	1
126	280.500	9.080.500	1	360	278.500	9.071.500	23	594	279.500	9.061.500	12
127	281.500	9.080.500	12	361	279.500	9.071.500	12	595	260.500	9.060.500	14
128	282.500	9.080.500	29	362	280.500	9.071.500	1	596	261.500	9.060.500	15
129	283.500	9.080.500	18	363	281.500	9.071.500	14	597	262.500	9.060.500	14
130	284.500	9.080.500	9	364	282.500	9.071.500	0	598	263.500	9.060.500	13
131	285.500	9.080.500	3	365	283.500	9.071.500	0	599	264.500	9.060.500	11
132	260.500	9.079.500	28	366	284.500	9.071.500	0	600	265.500	9.060.500	12
133	261.500	9.079.500	9	367	285.500	9.071.500	0	601	266.500	9.060.500	23
134	262.500	9.079.500	19	368	260.500	9.070.500	16	602	267.500	9.060.500	43
135	263.500	9.079.500	23	369	261.500	9.070.500	23	603	268.500	9.060.500	17
136	264.500	9.079.500	13	370	262.500	9.070.500	14	604	269.500	9.060.500	5
137	265.500	9.079.500	20	371	263.500	9.070.500	20	605	270.500	9.060.500	15
138	266.500	9.079.500	12	372	264.500	9.070.500	7	606	271.500	9.060.500	5
139	267.500	9.079.500	22	373	265.500	9.070.500	26	607	272.500	9.060.500	32
140	268.500	9.079.500	30	374	266.500	9.070.500	22	608	273.500	9.060.500	12
141	269.500	9.079.500	60	375	267.500	9.070.500	23	609	274.500	9.060.500	19
142	270.500	9.079.500	34	376	268.500	9.070.500	16	610	275.500	9.060.500	34
143	271.500	9.079.500	15	377	269.500	9.070.500	18	611	276.500	9.060.500	22
144	272.500	9.079.500	27	378	270.500	9.070.500	24	612	277.500	9.060.500	12
145	273.500	9.079.500	32	379	271.500	9.070.500	40	613	278.500	9.060.500	6
146	274.500	9.079.500	31	380	272.500	9.070.500	44	614	279.500	9.060.500	6
147	275.500	9.079.500	30	381	273.500	9.070.500	29	615	286.500	9.084.500	0
148	276.500	9.079.500	30	382	274.500	9.070.500	42	616	287.500	9.084.500	0
149	277.500	9.079.500	27	383	275.500	9.070.500	16	617	286.500	9.083.500	0
150	278.500	9.079.500	11	384	276.500	9.070.500	7	618	287.500	9.083.500	0
151	279.500	9.079.500	12	385	277.500	9.070.500	5	619	286.500	9.082.500	0
152	280.500	9.079.500	26	386	278.500	9.070.500	1	620	287.500	9.082.500	0
153	281.500	9.079.500	12	387	279.500	9.070.500	5	621	287.500	9.081.500	0
154	282.500	9.079.500	18	388	280.500	9.070.500	1	622	286.500	9.080.500	0
155	283.500	9.079.500	17	389	281.500	9.070.500	13	623	287.500	9.080.500	0
156	284.500	9.079.500	30	390	282.500	9.070.500	0	624	286.500	9.079.500	0
157	285.500	9.079.500	1	391	283.500	9.070.500	0	625	287.500	9.079.500	0
158	260.500	9.078.500	28	392	284.500	9.070.500	0	626	286.500	9.078.500	0
159	261.500	9.078.500	24	393	285.500	9.070.500	0	627	287.500	9.078.500	0
160	262.500	9.078.500	11	394	260.500	9.069.500	17	628	287.500	9.077.500	0
161	263.500	9.078.500	4	395	261.500	9.069.500	12	629	287.500	9.076.500	0
162	264.500	9.078.500	11	396	262.500	9.069.500	14	630	287.500	9.075.500	0
163	265.500	9.078.500	9	397	263.500	9.069.500	21	631	286.500	9.074.500	0
164	266.500	9.078.500	40	398	264.500	9.069.500	15	632	287.500	9.074.500	0
165	267.500	9.078.500	40	399	265.500	9.069.500	18	633	286.500	9.073.500	0
166	268.500	9.078.500	15	400	266.500	9.069.500	18	634	287.500	9.073.500	0
167	269.500	9.078.500	19	401	267.500	9.069.500	38	635	285.500	9.072.500	0
168	270.500	9.078.500	18	402	268.500	9.069.500	55	636	286.500	9.072.500	0
169	271.500	9.078.500	31	403	269.500	9.069.500	26	637	287.500	9.072.500	0
170	272.500	9.078.500	11	404	270.500	9.069.500	20	638	286.500	9.071.500	0
171	273.500	9.078.500	44	405	271.500	9.069.500	22	639	287.500	9.071.500	0
172	274.500	9.078.500	28	406	272.500	9.069.500	11	640	286.500	9.070.500	0
173	275.500	9.078.500	21	407	273.500	9.069.500	8	641	287.500	9.070.500	0
174	276.500	9.078.500	29	408	274.500	9.069.500	17	642	284.500	9.069.500	0
175	277.500	9.078.500	18	409	275.500	9.069.500	49	643	285.500	9.069.500	0
176	278.500	9.078.500	26	410	276.500	9.069.500	1	644	286.500	9.069.500	0
177	279.500	9.078.500	12	411	277.500	9.069.500	0	645	287.500	9.069.500	0
178	280.500	9.078.500	20	412	278.500	9.069.500	19	646	284.500	9.068.500	0
179	281.500	9.078.500	30	413	279.500	9.069.500	24	647	285.500	9.068.500	0
180	282.500	9.078.500	22	414	280.500	9.069.500	29	648	286.500	9.068.500	0
181	283.500	9.078.500	27	415	281.500	9.069.500	25	649	287.500	9.068.500	0
182	284.500	9.078.500	30	416	282.500	9.069.500	0	650	283.500	9.067.500	0
183	285.500	9.078.500	0	417	283.500	9.069.500	0	651	284.500	9.067.500	0

184	260.500	9.077.500	19	418	260.500	9.068.500	13	652	285.500	9.067.500	0
185	261.500	9.077.500	14	419	261.500	9.068.500	10	653	286.500	9.067.500	0
186	262.500	9.077.500	17	420	262.500	9.068.500	14	654	287.500	9.067.500	0
187	263.500	9.077.500	35	421	263.500	9.068.500	8	655	283.500	9.066.500	0
188	264.500	9.077.500	5	422	264.500	9.068.500	16	656	284.500	9.066.500	0
189	265.500	9.077.500	12	423	265.500	9.068.500	18	657	285.500	9.066.500	0
190	266.500	9.077.500	21	424	266.500	9.068.500	23	658	286.500	9.066.500	0
191	267.500	9.077.500	24	425	267.500	9.068.500	14	659	287.500	9.066.500	0
192	268.500	9.077.500	11	426	268.500	9.068.500	23	660	282.500	9.065.500	0
193	269.500	9.077.500	39	427	269.500	9.068.500	29	661	283.500	9.065.500	0
194	270.500	9.077.500	15	428	270.500	9.068.500	22	662	284.500	9.065.500	0
195	271.500	9.077.500	7	429	271.500	9.068.500	13	663	285.500	9.065.500	0
196	272.500	9.077.500	50	430	272.500	9.068.500	24	664	286.500	9.065.500	0
197	273.500	9.077.500	26	431	273.500	9.068.500	24	665	287.500	9.065.500	0
198	274.500	9.077.500	35	432	274.500	9.068.500	5	666	282.500	9.064.500	0
199	275.500	9.077.500	31	433	275.500	9.068.500	15	667	283.500	9.064.500	0
200	276.500	9.077.500	10	434	276.500	9.068.500	28	668	284.500	9.064.500	0
201	277.500	9.077.500	23	435	277.500	9.068.500	22	669	285.500	9.064.500	0
202	278.500	9.077.500	29	436	278.500	9.068.500	38	670	286.500	9.064.500	0
203	279.500	9.077.500	31	437	279.500	9.068.500	6	671	287.500	9.064.500	0
204	280.500	9.077.500	27	438	280.500	9.068.500	8	672	282.500	9.063.500	0
205	281.500	9.077.500	18	439	281.500	9.068.500	43	673	283.500	9.063.500	0
206	282.500	9.077.500	18	440	282.500	9.068.500	0	674	284.500	9.063.500	0
207	283.500	9.077.500	25	441	283.500	9.068.500	0	675	285.500	9.063.500	0
208	284.500	9.077.500	23	442	260.500	9.067.500	15	676	286.500	9.063.500	0
209	285.500	9.077.500	16	443	261.500	9.067.500	6	677	287.500	9.063.500	0
210	286.500	9.077.500	0	444	262.500	9.067.500	14	678	281.500	9.062.500	0
211	260.500	9.076.500	9	445	263.500	9.067.500	7	679	282.500	9.062.500	0
212	261.500	9.076.500	23	446	264.500	9.067.500	13	680	283.500	9.062.500	0
213	262.500	9.076.500	12	447	265.500	9.067.500	23	681	284.500	9.062.500	0
214	263.500	9.076.500	5	448	266.500	9.067.500	30	682	285.500	9.062.500	0
215	264.500	9.076.500	17	449	267.500	9.067.500	9	683	286.500	9.062.500	0
216	265.500	9.076.500	23	450	268.500	9.067.500	28	684	287.500	9.062.500	0
217	266.500	9.076.500	23	451	269.500	9.067.500	36	685	280.500	9.061.500	0
218	267.500	9.076.500	25	452	270.500	9.067.500	14	686	281.500	9.061.500	0
219	268.500	9.076.500	37	453	271.500	9.067.500	4	687	282.500	9.061.500	0
220	269.500	9.076.500	23	454	272.500	9.067.500	12	688	283.500	9.061.500	0
221	270.500	9.076.500	14	455	273.500	9.067.500	16	689	284.500	9.061.500	0
222	271.500	9.076.500	13	456	274.500	9.067.500	27	690	285.500	9.061.500	0
223	272.500	9.076.500	2	457	275.500	9.067.500	11	691	286.500	9.061.500	0
224	273.500	9.076.500	30	458	276.500	9.067.500	11	692	287.500	9.061.500	0
225	274.500	9.076.500	29	459	277.500	9.067.500	10	693	280.500	9.060.500	0
226	275.500	9.076.500	20	460	278.500	9.067.500	0	694	281.500	9.060.500	0
227	276.500	9.076.500	37	461	279.500	9.067.500	2	695	282.500	9.060.500	0
228	277.500	9.076.500	31	462	280.500	9.067.500	20	696	283.500	9.060.500	0
229	278.500	9.076.500	19	463	281.500	9.067.500	1	697	284.500	9.060.500	0
230	279.500	9.076.500	12	464	282.500	9.067.500	0	698	285.500	9.060.500	0
231	280.500	9.076.500	17	465	260.500	9.066.500	7	699	286.500	9.060.500	0
232	281.500	9.076.500	22	466	261.500	9.066.500	10	700	287.500	9.060.500	0
233	282.500	9.076.500	36	467	262.500	9.066.500	6				
234	283.500	9.076.500	31	468	263.500	9.066.500	33				

9.3.3 Elaboração da Carta de Interseções Preliminar (polígonos)

A carta de interseções preliminar contendo linhas de isovalores, e não mais pontos, foi elaborada dentro do programa SURFER. A metodologia utilizada na elaboração desta carta de interseções baseou-se na construção de uma superfície, pelo método de curvatura mínima, a partir da interpolação dos valores das frequências de interseções computadas em cada célula. O arquivo correspondente a esta superfície, com extensão .grd, foi exportado para o IDRISI por meio de dois caminhos.

O primeiro caminho consistiu na importação direta pelo IDRISI do arquivo gerado no SURFER, utilizando o comando SRFIDRIS do módulo File/Import/Export.../Software-Specific Format. No Anexo 18, que corresponde a Carta de Interseções Importada Direto do SURFER, observa-se que os limites dos polígonos de isovalores possuem um traçado irregular, mesmo considerando-se que durante a realização da interpolação optou-se por um número de linhas (250) e colunas (280) superior ao aceito pelo programa SURFER.

O segundo caminho consistiu na exportação do arquivo correspondente a superfície das interseções em formato .dxf. Este arquivo foi editado no AutoCAD 12, criando-se polígonos fechados dispostos nos níveis correspondentes a cada intervalo de frequência de interseção. Posteriormente o arquivo editado foi importado em formato vetorial pelo IDRISI, utilizando-se o comando DXFIDRIS do módulo File/Import/Export.../Desktop Publishing Format. Em seqüência, este arquivo vetorial foi transformado em arquivo imagem por meio do comando Raster/Vector Conversion do módulo REFORMAT, gerando-se desta maneira a Carta de Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura (Anexo 19). Este procedimento, apesar de mais trabalho que o anterior, resultou num produto de melhor qualidade, visto que os limites dos polígonos possuem uma aparência bastante suavizada.

9.4 Carta de Declividade

As cartas de declividade, ou clinométricas, têm-se constituído em uma ferramenta de grande importância aos trabalhos de mapeamento geotécnico por representarem espacialmente as variações topográficas da superfície do terreno. Segundo Mayer & Christoforetti (1984), estes documentos são considerados imprescindíveis quando se pretende analisar processos que envolvam mecanização agrícola, manejo do solo, construção de pequenas barragens, disposição de resíduos, traçados de estradas, delimitação de áreas destinadas a atividades agrícolas etc.

Das técnicas mais utilizadas na elaboração das cartas de declividade destacam-se as propostas por Wentworth (1930), De Biasi (1970) e outras, executadas por diferentes sistemas de informação geográfica (IDRISI, ERDAS, ARC-INFO etc).

A técnica proposta por Wentworth (1930) consiste na divisão da área trabalhada por uma quadrícula regular, determinado-se uma declividade média para cada célula em função do número de curvas de nível que interceptam uma de suas diagonais. A determinação do tamanho da malha a ser utilizada consiste numa decisão de suma importância, pois quanto maior forem as células, mais rápido se elaborará a carta e maior será sua generalização. Por outro lado, se as células forem muito pequenas, distender-se-á um tempo muito grande na sua elaboração e o resultado será uma carta de difícil leitura.

De Biasi (1970) propôs uma técnica que consistiu na utilização de um ábaco contendo intervalos de classe preestabelecidos que, ao ser deslocado entre duas curvas de nível, indicaria áreas homogêneas de igual declividade. Considerando-se que este autor não especificou como seria a determinação da declividade nos vales fluviais e nos topos de elevações circundados por uma mesma curva de nível, Sanchez (1993) propôs a utilização de um ábaco complementar com objetivo de preencher esta lacuna. Esta técnica, apesar de ser extremamente trabalhosa, é a única que propicia um tratamento específico para os vales fluviais e topos de elevações.

A elaboração das cartas de declividade através de sistemas de informação geográfica, a exemplo do IDRISI, considera a área trabalhada como uma matriz bidirecional e a determinação da declividade de cada uma célula (pixel) será função da distribuição das curvas de nível previamente digitalizadas. Os métodos computacionais apresentam como grande vantagem sua extrema rapidez, desde que, as curvas de nível tenham sido previamente digitalizadas. Entretanto, como as células são geralmente muito pequenas, os produtos decorrentes desta técnica não são de fácil leitura, visto que são gerados entidades poligonais extremamente pequenas. Este fato pode ser minimizado por filtros automáticos. Contudo, esta técnica também não considera a influência dos vales fluviais na caracterização das zonas de isodeclividade, nem tampouco a existência dos topos elevados.

Neste trabalho, optou-se basicamente pela metodologia proposta por De Biasi (1970) que determina a declividade através de um ábaco, incrementado-a com o uso do ábaco suplementar proposto por Sanchez (1993). Para elaboração da carta de declividade, adotaram-se os procedimentos descritos nos itens a seguir.

9.4.1 Determinação das Classes de Declividade

Para definição dos intervalos de classes a serem utilizados na elaboração da carta de declividade, foram considerados tanto aspectos geomorfológicos quanto os prováveis tipos de uso e ocupação do meio físico, segundo proposições de Gonzales de Vallejo, Hilpman & Stewart e Cooke & Doornkamp (apud Zuquette, 1987). Adotou-se portanto para este trabalho, um ábaco contendo seis classes (<2%, 2-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30% e >30%). A escolha das classes foi ainda fundamentada em trabalhos anteriores realizados por outros autores tais como Liporaci (1994) e Barison (1995).

Este número de classes concorda com o sugerido por De Biasi (1992), onde afirma que não se deve utilizar mais de seis classes de declividade para não se correr o risco de produzir uma carta com excesso de informação e portanto de difícil leitura. A Tabela 9.3 ilustra alguns fatores favoráveis e desfavoráveis de cada uma das classes adotadas. Evidentemente que áreas com declividades impróprias poderão ser ocupadas, entretanto, torna-se imprescindível, a realização de estudos específicos e a construção de obras de engenharia que visem amenizar os problemas decorrentes desta medida inadequada.

Outro fator que contribuiu para o estabelecimento destes seis intervalos de declividade, foi a compartimentação geomorfológica da área estudada, onde contempla-se a Faixa Litorânea com elevações inferiores a 10 m, os Tabuleiros Costeiros com cotas variando de 10 a 80 m e o Planalto Rebaixado Litorâneo com cotas que chegam a 260 m.

Tabela 9.3 - Fatores favoráveis e desfavoráveis cada classe de declividade.

Classes	Fatores Favoráveis	Fatores Desfavoráveis
< 2%	Recomendável à construção de aeroportos e ferrovias.	Ausência de drenagem superficial. Podem ocorrer inundações nas proximidades das drenagens de grande porte.
2 - 5%	Recomendável à construções de rodovias, projetos urbano-industriais e de resíduos sépticos.	Início dos processos erosivos.
5 - 10%	Limite mínimo para construção de redes de sistema de saneamento. Atenuação dos efeitos de inundações.	Limite máximo para agricultura mecanizada, construção de ferrovias, aterro sanitários e obras de saneamento.
10 - 20%		Limite máximo para uso urbano geral, construção de residências convencionais e estradas em perímetro urbano.
20 - 30%		Limite máximo para estruturas de engenharia, edificação de residências isoladas e construção de estradas.
> 30%		Qualquer construção está condicionada ao cumprimento de exigências específicas, segundo a Lei Federal nº 6766/79 (Lei Lehmann).

9.4.2 Elaboração da Base Plani-altimétrica

A base utilizada na confecção da carta de declividade foi gerada a partir de um arquivo correspondente a digitalização da plani-altimetria das cartas topográficas editadas pela SUDENE e DSG/3ª DL. Deste arquivo digital foi realizada a "plotagem" de uma carta na escala 1:25.000, contendo apenas as coordenadas geográficas, os elementos de drenagem e as curvas de nível com equidistância de 20 metros.

9.4.3 Construção dos Ábacos

Como mencionado anteriormente, para elaboração da carta de declividade foram utilizados os ábacos propostos por De Biasi (1970) e Sanchez (1993).

A construção do ábaco proposto por De Biasi (1970) é função dos intervalos das classes de declividade, da escala da base plani-altimétrica e da equidistância entre as curvas de nível. Para determinação do tamanho de cada classe no ábaco, utilizou-se a [Fórmula 1](#).

Para construção do ábaco complementar, proposto por Sanchez (1993), o valor da equidistância na fórmula será a metade do valor da equidistância do mapa base, utilizando, portanto, a [Fórmula 2](#).

9.4.4 Confecção da Carta de Declividade Preliminar

Para elaboração desta carta, deslocou-se o ábaco entre duas curvas de nível, tendo sempre a preocupação de mantê-lo perpendicular a linha de maior declive. Desta maneira, foram desenhados polígonos de mesma declividade. O ábaco complementar foi utilizado para determinar o índice de declividade nos vales fluviais e nos topos de elevações circundados por uma mesma curva de nível.

A carta de declividade resultante caracterizou-se um documento de difícil leitura, levando-se em conta a predominância dos pequenos, por vezes milimétricos polígonos, correspondentes a frações do terreno com o mesmo índice de declividade. Por esta razão, este produto foi submetido a um processo de generalização.

9.4.5 Generalização da Carta de Declividade Preliminar

Estabeleceu-se inicialmente que seria realizada uma generalização por vizinhança, ou seja, os pequenos polígonos trocariam de classe influenciados por outros maiores que lhes fossem vizinhos.

Para realização do processo de generalização da carta de declividade, foram assumidas as seguintes premissas:

- As unidades deveriam ser generalizados, por medida de segurança, para classes com maiores declividades, salvo aqueles situados próximos à rede de drenagem.
- As unidades situadas próximos à rede de drenagem seriam generalizados para classes de menor declividade para não descaracterizar o traçado dos vales.
- Foram generalizados apenas as unidades com área em mapa inferiores a 25 mm², o que corresponde a 15.625 m² no terreno.

É sabido que quanto maior a generalização, maior será a facilidade de leitura da carta resultante. Por outro lado, corre-se o risco da geração de uma carta que não mantenha as mesmas características de distribuição espacial do documento original.

O limite máximo (25 mm²) foi determinado por meio de um teste estatístico (qui-quadrado), visto que a carta de declividade final deveria manter suas características espaciais o mais semelhante possível da carta de declividade preliminar.

9.4.6 Teste Qui-Quadrado

A aplicação do teste de aderência do qui-quadrado constitui-se numa ferramenta extremamente útil quando se pretende verificar o ajustamento de uma distribuição amostral de freqüências a uma distribuição teórica (Landim, 1998). Para o presente teste considerou-se, como distribuição teórica, os valores obtidos na carta de declividade preliminar e, como distribuição amostral, aqueles extraídos das cartas generalizadas.

A realização do teste de aderência que permitiu indicar a área máxima de cada polígono a ser generalizado, obedeceu a seguinte sistemática:

- A área trabalhada foi inicialmente dividida em 91 células (2,5 x 2,5 km), conforme ilustrado na [Figura 9.4](#). Posteriormente, selecionou-se a célula nº 15, utilizando-se a tabela de números aleatórios sugerida por Krumbein & Graybill (1965).
- Realizaram-se cinco generalizações para a célula selecionada, tomando-se como limites máximos, polígonos com 4, 9, 16, 25 e 36 mm² de mapa, que correspondem respectivamente a 2.500, 5.625, 10.000, 15.625 e 22.500 m² no terreno. Passou-se portanto a dispor de seis documentos para análise estatística, um correspondente à carta de declividade preliminar original ([Figura 9.5](#)) e os outros cinco cartas que foram geradas pelos cinco processos de generalização, conforme ilustrado na [Figura 9.6](#), [Figura 9.7](#), [Figura 9.8](#), [Figura 9.9](#) e [Figura 9.10](#).
- Analisando-se as seis cartas de declividade, determinou-se a freqüência de cada intervalo de classe de declividade do terreno (<2%, 2-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30% e >30%), utilizando-se uma malha ortogonal com equidistância de 250 metros. Os pontos correspondentes as interseções da referida malha estão representados por pequenas cruzes nas seis cartas analisadas.

Para realização deste teste de aderência, utilizou-se a [Fórmula 3](#). Os resultados do teste qui-quadrado estão ilustrados na Tabela 9.4.

Tabela 9.4 - Teste Qui-Quadrado.

Intervalos	Carta Preliminar	4 mm ²		9 mm ²		16 mm ²		25 mm ²		36 mm ²		IDRISI	
		%	(O-E) ² /E	%	(O-E) ² /E	%	(O-E) ² /E	%	(O-E) ² /E	%	(O-E) ² /E	%	(O-E) ² /E
0 - 2%	10	9	0,10	9	0	9	0,10	8	0,40	7	0,90	5	2,50
2 - 5%	2	3	0,50	3	0,5	2	0,00	2	0,00	2	0,00	5	4,50
5 - 10%	14	12	0,29	12	0,29	20	2,56	21	3,50	24	7,14	12	0,29
10 - 20%	10	14	1,60	15	2,5	7	0,90	7	0,90	2	6,40	20	10,00
20 - 30%	29	31	0,14	27	0,14	24	0,86	22	1,69	16	5,83	28	0,03
> 30%	35	31	0,46	34	0,03	38	0,26	40	0,71	49	5,60	30	0,71
Qui-Quadrado		3,08		3,55		4,69		7,20		25,87		18,03	

Considerando-se um intervalo de confiança de 5% e um grau de liberdade igual a 3 (m-k-1 = 6-2-1 = 3), obteve-se um valor tabelado de 7,81 (Davis, 1986). Conclui-se, portanto, que apenas a generalização correspondente ao limite máximo de 36 mm² seria rejeitada, pois o valor calculado (25,87) foi superior ao valor tabelado. Por esta razão, foram sujeitos a alteração da classe de declividade os polígonos com áreas inferiores a 25 mm².

9.4.7 Digitalização da Carta de Declividade

Na digitalização da Carta de Declividade foram adotados os procedimentos sugeridos no Capítulo 7, originando-se desta maneira o arquivo SUAPE11.dxf.

9.4.8 Elaboração da Carta de Declividade

Após a conclusão da digitalização da carta de declividade, procedeu-se a importação do arquivo SUAPE11.dxf através do comando DXFIDRIS do módulo File/Import/Export.../Desktop Publishing Formats. Posteriormente criou-se o arquivo imagem (DECLIV.IMG) utilizando-se o comando Raster/Vector Conversion do módulo REFORMAT.

O Anexo 30 ilustra a Carta de Declividade onde podem ser identificados dois domínios distintos. O primeiro correspondente a Planície Litorânea é caracterizado por declividades inferiores a 5% enquanto o segundo formado pelos Tabuleiros Costeiros e o Planalto Rebaixado Litorâneo apresenta declividades superiores a 5%.

A Tabela 9.5 ilustra a distribuição espacial de cada classe de declividade na área em estudo.

Tabela 9.5 - Distribuição Espacial das Classes de Declividade.

Classe	%
< 2%	18,81
2 – 5%	7,29
5 – 10%	10,02
10 – 20%	11,24
20 – 30%	10,51
> 30%	24,12
Outros (oceano e drenagem)	18,03

9.4.9 Elaboração da Carta de Declividade Automática

Neste item abordada-se a metodologia utilizada na confecção de uma carta de declividade dentro do ambiente IDRISI. Dois são os procedimentos podem ser adotados para elaboração deste produto.

O caminho mais simples consiste em importar para o IDRISI o arquivo (Altimet.dxf) contendo as curvas de nível previamente digitalizadas e posteriormente criar automaticamente a carta de declividade. Uma inconveniência na adoção deste procedimento consiste na possibilidade de serem criadas faixas expúrias nos locais onde a distância entre as curvas de nível for maior que o tamanho de célula amostral utilizada pelo IDRISI. Este fato ocorreu na porção correspondente a Planície Litorânea.

Outro caminho a ser adotado, e que não apresenta a inconveniência do procedimento anterior, consiste na realização das seguintes etapas:

- Criação de um arquivo ASCII.
- Construção de uma malha ortogonal.
- Criação de um arquivo imagem.
- Elaboração da carta de declividade preliminar.
- Criação da carta de declividade automática.

9.4.9.1 Criação de um arquivo ASCII

Esta etapa consistiu na criação do arquivo Altimet.txt correspondente ao arquivo Altimet.dxf, utilizando-se o programa PGDXFCOM que foi desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Agrícola-FEAGRI da UNICAMP.

9.4.9.2 Construção de uma malha

Nesta oportunidade foi construído uma malha (Altimet.grd) dentro do programa SURFER, a partir o arquivo Altimet.txt e utilizando-se o método de curvatura mínima. Esta malha foi construída com 1.000 linhas e 1.120 colunas, visto que o programa utilizado não suporta uma matriz de 2.000 linhas e 2.240 colunas.

9.4.9.3 Criação de um arquivo imagem

O arquivo imagem (Altimet1.img) foi criado dentro do IDRISI, importando-se o arquivo Altimet.grd, utilizando-se o comando DXFIDRIS do módulo File/Import/Export.../Software-Specific Formats.

9.4.9.4 Elaboração da carta de declividade preliminar

A carta de declividade (Altimet2.img) foi elaborada a partir do arquivo Altimet1.img, utilizando-se a opção porcentagem do comando SURFACE do módulo Analysis/Context Operators.

9.4.9.5 Criação da Carta de Declividade Automática

A etapa final da elaboração da carta de declividade automática (Anexo 31) correspondeu a reclassificação do arquivo Altimet2.img via comando RECLASS do módulo Analysis/Database Query e adotando-se os intervalos estabelecidos para a carta de declividade.

A Figura 9.11 corresponde a porção da carta de declividade automática que foi submetida ao teste qui-quadrado realizado no item 9.4.6. Com a aplicação deste teste, constatou-se que a Carta de Declividade Automática seria rejeitada por apresentar um valor calculado (18,03) superior ao valor tabelado (7,81).

10 ELABORAÇÃO DAS CARTAS DERIVADAS

Como referido anteriormente, foi utilizado neste projeto o sistema de informações geográficas IDRISI (versão 2.0), desenvolvido pela Clark University-EUA. Este sistema foi capaz de tratar um grande volume de informações gráficas georreferenciadas num tempo muito curto e sem exigir grandes conhecimentos prévios do operador. Adicionalmente, este programa é comercializado a preços relativamente baixos além de ser um sistema muito amigável e exigir uma plataforma com configuração muito simples para sua operação, visto que requer apenas 15 Mbytes de disco rígido e 8 Mbytes de memória RAM. A elaboração das cartas derivadas resultou de um modelamento de dados que adotou a técnica de avaliação por critérios múltiplos (Multi Criteria Evaluation-MCE), utilizando-se o método de combinação linear ponderada (Weighted Linear Combination-WLC). Desta avaliação foram elaboradas as cartas de predisposição à erosão e das condições de infiltração. A metodologia utilizada para elaboração destas cartas utilizou o modelo ilustrado na [Figura 10.1](#), conforme está descrito detalhadamente nos itens abaixo.

10.1 Carta de Predisposição à Erosão

A Carta de Predisposição à Erosão reflete a tendência para a instalação de processos erosivos, não considerando as variáveis quanto ao progresso do processo e o tipo final da feição a ser desenvolvida. Portanto, esta carta tem como objetivo identificar as áreas mais predispostas ao aparecimento de feições erosivas.

É fundamental na relação *unidade x peso*, que se considere o modelo do processo natural que está sendo analisado. Neste caso, optou-se pela adoção de um modelo que considera o princípio do desenvolvimento do processo erosivo conforme o esquema apresentado na [Figura 10.2](#) e segundo o sistema representado pelo fluxograma de relações constantes na [Figura 10.3](#).

A metodologia utilizada na elaboração da Carta de Predisposição à Erosão está detalhada nos itens abaixo.

10.1.1 Seleção das Cartas Básicas e Interpretativas

Para confecção da carta de predisposição em referência, foram consideradas os seguintes componentes do meio físico:

- Litologias;
- Tipos pedológicos;
- Fitologia e
- Declividade.

10.1.2 Ponderação das Unidades

A ponderação das unidades das cartas básicas e interpretativas foi realizada a partir da análise de alguns atributos físicos, tais como: litologia, grau de alteração, conteúdo de argila, características da cobertura vegetal etc. Em função da análise destes atributos físicos foi determinada a influência de cada unidade na predisposição à erosão, ou seja, quanto maior for o peso maior será a influência da unidade no processo erosivo. Os pesos utilizados para cada grau de influência estão apresentados na Tabela 10.1.

Tabela 10.1 – Graus de influência e pesos utilizados na avaliação.

Grau de Influência	Pesos
Muito Baixa	1
Baixa	2
Moderada	3
Alta	4
Muito Alta	5

Deve-se deixar claro que a ponderação das unidades das cartas básicas e interpretativas é subjetiva e reflete um determinado nível de conhecimento dos processos erosivos e das condições de infiltração analisados. O ideal seria que os pesos atribuídos a estas unidades tivessem sido estabelecidos por um grupo interdisciplinar.

Salienta-se ainda que unidades devem ser ponderadas em função das características básicas do tema a que pertencem, ou seja, se estamos analisando uma unidade fitológica (vegetação hidromórfica) deve-se considerar apenas a cobertura vegetal e não o tipo de relevo (plano) que lhe é associado. As características do relevo serão ponderadas quando da análise da carta de declividade.

As características físicas das unidades utilizadas nesta avaliação estão relacionadas no Anexo 3, Anexo 4 e Anexo 5.

10.1.2.1 Ponderação das Unidades Geológicas

A ponderação foi realizada a partir da análise do tipo litológico e do grau de intemperismo de cada unidade. Os pesos adotados em decorrência desta análise estão os ilustrados na Tabela 10.2.

Tabela 10.2 – Ponderação das unidades geológicas.

Unidades	Pesos
----------	-------

Aterro	2
Sedimentos de Praia	5
Depósitos Eólicos	4
Sedimentos de Mangue	5
"Beachrocks"	1
Terraços Marinheiros Holocênicos	3
Sedimentos Flúvio-Lagunares	4
Terraços Marinheiros Pleistocênicos	3
Formação Barreiras	3
Traquitos e Basaltos	2
Granito Sub-vulcânico	2
Formação Estivas	2
Formação Cabo	2
Quartzossienito	2
Leocgranito	2
Biotita Granito	2
Ortognaisse	2

Como resultado da aplicação da ponderação das unidades geológicas foi gerado a Carta da Influência da Geologia na Predisposição à Erosão, ilustrada no [Anexo 20](#).

10.1.2.2 Ponderação das Unidades Pedológicas

Para ponderação das unidades pedológicas (Tabela 10.3) procedeu-se inicialmente um agrupamento das associações em função do tipo de solo predominante. Estas associações foram agrupadas e ordenadas crescentemente, em função de suas influências ao processo erosivo. Desta maneira foram identificados sete grupos de solos: Podzol (1), Gleissolos (1-2), Terra Roxa (2), Latossolos (2), Aterro (2), Podzólicos Vermelho Amarelos (3), Podzólicos Amarelos (3-4), Areias Quartzosas (5) e Solos de Mangue (5). Os números assinalados entre parênteses indicam a variabilidade da influência. Posteriormente foi estabelecida a ponderação de cada associação considerando-se a textura dos solos cartografados. A ponderação das unidades pedológicas deu origem a Carta da Influência da Pedologia na Predisposição à Erosão ([Anexo 21](#)).

Tabela 10.3 – Ponderação das unidades pedológicas.

Unidades	Pesos
Aterro	2
Latossolo Amarelo 2	2
Latossolo Amarelo 3	2
Podzólico Amarelo 1	3
Podzólico Amarelo 2	4
Podzólico Amarelo 4	3
Podzólico Amarelo 5	3
Podzólico Amarelo 8	4
Podzólico Vermelho Amarelo 4	3
Podzólico Vermelho Amarelo 6	3

Podzólico Vermelho Amarelo 8	3
Podzólico Vermelho Amarelo 18	3
Terra Roxa	2
Gleissolo 1	2
Gleissolo 2	1
Gleissolo 3	1
Gleissolo 4	2
Gleissolo 5	2
Gleissolo 9	1
Areias Quartzosas	5
Areias Quartzosas Marinhas	5
Podzol	1
Solos de Mangue	5

10.1.2.3 Ponderação das Unidades Fitológicas

A ponderação das unidades (Tabela 10.4) foi realizada considerando-se a densidade da cobertura vegetal. Quanto mais densa fosse esta cobertura vegetal, menor seria sua influência nos processos erosivos. Desta ponderação foi elaborada a Carta da Influência da Fitologia na Predisposição à Erosão ([Anexo 22](#)).

Tabela 10.4 – Ponderação das unidades fitológicas.

Unidades	Pesos
Mata Atlântica	1
Capoeira	2
Capoeirinha Densa	2
Capoeirinha Rala	3
Vegetação Arbustiva	3
Vegetação Hidrófila	2
Manguezal	3
Canavial	3
Culturas de Subsistência	3
Reflorestamento 1	3
Reflorestamento 2	3
Reflorestamento 3	4
Sem Vegetação	5
Coqueiral	4

10.1.2.4 Ponderação das Unidades Clinométricas

Para que se procedesse a ponderação das unidades clinométricas, considerou-se que quanto maior fosse a inclinação do terreno, maior seria sua influência na implantação dos processos erosivos. A ponderação destas unidades (Tabela 10.5) proporcionou a geração da Carta da Influência da Declividade na Predisposição à Erosão ([Anexo 23](#)).

Tabela 10.5 – Ponderação das unidades clinométricas.

Unidades	Pesos
----------	-------

< 2%	1
2 - 5%	2
5 - 10%	3
10 - 20%	4
20 - 30%	5
> 30%	5

10.1.3 Padronização das Unidades

Conforme detalhado no item 5.3.3, a padronização das unidades foi realizada por meio do comando STRETCH do módulo Analysis/Image Processing/Enhancement, que proporcionou um estiramento na distribuição dos valores das imagens correspondentes as cartas básicas e interpretativas. Desta maneira estas imagens passaram a ser representadas por valores variando de 0 a 255.

10.1.4 Elaboração da Matriz de Correlação

Para elaboração da matriz de correlação (Tabela 10.6) foram atribuídos valores ao relacionamento existente entre cada par de documento utilizada nesta avaliação, conforme detalhado no item 5.3.4.

Tabela 10.6 – Matriz de correlação.

	Geologia	Pedologia	Fitologia	Declividade
Geologia	1			
Pedologia	1	1		
Fitologia	3	3	1	
Declividade	5	5	3	1

10.1.5 Determinação dos Pesos das Cartas Básicas e Interpretativas

A determinação dos pesos das cartas utilizadas nesta avaliação (Tabela 10.7), assim como a taxa de consistência da correlação foi realizada conforme estabelecido no item 5.3.5.

Tabela 10.7 – Pesos e taxa de consistência.

Atributos	Autovalores
Geologia	0.0955
Pedologia	0.0955
Fitologia	0.2495
Declividade	0.5596

Taxa de Consistência = 0,02

10.1.6 Realização da Avaliação por Critérios Múltiplos

A avaliação que permitiu a elaboração da Carta de Predisposição à Erosão foi efetivada conforme detalhado no item 5.3.6, gerando-se desta maneira uma imagem formada por valores variando de 0 a 255.

10.1.7 Elaboração do Produto Final

Para elaboração do produto final procedeu-se inicialmente uma reclassificação da imagem resultante da avaliação por critérios múltiplos, utilizando-se os intervalos listados na Tabela 5.4. Posteriormente exportou-se o arquivo reclassificado, objetivando-se desta maneira proceder-se a edição final da Carta de Predisposição à Erosão dentro do CoreIDRAW 8.

Pode ser facilmente constatada uma boa correlação entre as áreas onde ocorreram um maior número de feições erosivas associadas a processos morfogenéticos ([Anexo 16](#)) com

as áreas de alta influência na Carta de Predisposição à Erosão ([Anexo 33](#)).

10.2 Carta das Condições de Infiltração

O objetivo da elaboração desta carta consistiu na identificação das áreas mais favoráveis às condições de infiltração e por conseguinte as áreas mais indicadas à prospecção de águas subterrâneas, considerando-se que a região foi atingida por chuvas que apresentaram características enquadradas como de heterogeneidade mínima. A metodologia adotada no desenvolvimento desta carta será detalhada a seguir.

Para elaboração da carta em referência foi adotado o modelo ilustrado na [Figura 10.4](#) que considera o processo natural de infiltração das águas provenientes das chuvas. Enquanto que [Figura 10.5](#) representa o fluxograma adotado na execução da Carta de Condições de Infiltração.

10.2.1 Seleção das Cartas Básicas e Interpretativas

Para realização da avaliação por critérios múltiplos, foram analisadas as seguintes cartas básicas e interpretativas:

- Mapa Geológico Compilado.
- Mapa Pedológico.
- Mapa Fitológico.
- Carta de Declividade.
- Carta das Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura.

10.2.2 Ponderação das Unidades

A ponderação das unidades baseou-se na análise de alguns atributos do meio físicos, tais como: litologia, tipo de solo, características da cobertura vegetal, conectividade das descontinuidades etc. Em função da análise destes atributos físicos foi determinado o grau de favorabilidade de cada unidade às condições de infiltração de tal maneira que quanto maior for o peso maior será a favorabilidade dos atributos às condições de infiltração. Os graus de favorabilidade e os respectivos pesos estão ilustrados na Tabela 10.8.

Tabela 10.8 – Graus de favorabilidade e pesos utilizados na avaliação.

Grau de Favorabilidade	Pesos
Muito Baixa	1
Baixa	2
Moderada	3
Alta	4
Muito Alta	5

10.2.2.1 Ponderação das Unidades Geológicas

Para que se procedesse a ponderação ilustrada Tabela 10.9 foram consideradas as seguintes características das unidades geológicas:

- Litologia.
- Grau de intemperismo.
- Porosidade estimada.

Tabela 10.9 – Ponderação das unidades geológicas.

Unidades	Pesos
Aterro	3
Sedimentos de Praia	5
Depósitos Eólicos	5
Sedimentos de Mangue	5
"Beachrocks"	1
Terraços Marinhos Holocênicos	4
Sedimentos Flúvio-Lagunares	4
Terraços Marinhos Pleistocênicos	4
Formação Barreiras	3
Traquitos e Basaltos	2
Granito Sub-vulcânico	2
Formação Estivas	2
Formação Cabo	2

Quartzossienito	2
Leocognito	2
Biotita Granito	2
Ortognaisse	2

Como resultado da ponderação das unidades geológicas foi gerado a Carta da Favorabilidade da Geologia às Condições de Infiltração, conforme está ilustrado no [Anexo 24](#).

10.2.2.2 Ponderação das Unidades Pedológicas

A ponderação das unidades pedológicas (Tabela 10.10) foi estabelecida considerando-se a porosidade dos solos cartografados. Esta ponderação deu origem a Carta da Favorabilidade da Pedologia às Condições de Infiltração ([Anexo 25](#)).

Tabela 10.10 – Favorabilidade das unidades pedológicas.

Unidades	Pesos
Aterro	3
Latossolo Amarelo 2	2
Latossolo Amarelo 3	2
Podzólico Amarelo 1	4
Podzólico Amarelo 2	4
Podzólico Amarelo 4	4
Podzólico Amarelo 5	4
Podzólico Amarelo 8	4
Podzólico Vermelho Amarelo 4	3
Podzólico Vermelho Amarelo 6	4
Podzólico Vermelho Amarelo 8	3
Podzólico Vermelho Amarelo 18	3
Terra Roxa	2
Gleissolo 1	3
Gleissolo 2	2
Gleissolo 3	4
Gleissolo 4	2
Gleissolo 5	2
Gleissolo 9	2
Areias Quartzosas	5
Areias Quartzosas Marinhas	5
Podzol	4
Solos de Manguê	5

10.2.2.3 Ponderação das Unidades Fitológicas

A ponderação das unidades fitológicas ilustrada na Tabela 10.11, foi realizada considerando-se a densidade da cobertura vegetal. Quanto mais densa fosse esta cobertura vegetal, maior seria o tempo de permanência e conseqüentemente maior seria a possibilidade de infiltração. Desta ponderação foi elaborada a Carta da Favorabilidade da Fitologia às Condições de Infiltração ([Anexo 26](#)).

Tabela 10.11 – Ponderação das unidades fitológicas.

Unidades	Pesos
Mata Atlântica	5
Capoeira	4
Capoeirinha Densa	4

Capoeirinha Rala	3
Vegetação Arbustiva	3
Vegetação Hidrófila	3
Manguezal	2
Canavial	3
Culturas de Subsistência	3
Reflorestamento 1	3
Reflorestamento 2	3
Reflorestamento 3	2
Sem Vegetação	1
Coqueiral	2

10.2.2.4 Ponderação das Unidades Clinométricas

A ponderação das unidades clinométricas (Tabela 10.12) baseou-se no princípio de que o tempo de permanência é inversamente proporcional a inclinação do terreno. Desta ponderação, foi elaborada a Carta da Favorabilidade da Declividade às Condições de Infiltração ([Anexo 27](#)).

Tabela 10.12 – Ponderação das unidades clinométricas.

Unidades	Pesos
< 2%	5
2 - 5%	4
5 - 10%	3
10 - 20%	2
20 - 30%	1
> 30%	1

10.2.2.5 Ponderação das Unidades da Carta de Interseções

A ponderação das unidades desta carta (Tabela 10.13) considerou que quanto maior fosse a frequência das interseções maior seria a conectividade e portanto, maior seria a favorabilidade às condições de infiltração. Desta ponderação foi elaborada a Carta da Favorabilidade das Interseções às Condições de Infiltração conforme ilustrado no [Anexo 28](#).

Tabela 10.13 – Ponderação das unidades da Carta de Interseções.

Unidades	Pesos
0 - 20	1
20 - 40	2
40 - 60	3
60 - 80	4
80 - 100	5

10.2.3 Padronização das Unidades

A padronização das unidades foi realizada por intermédio do comando STRETCH do módulo Analysis/Image Processing/Enhancement, que após um estiramento da distribuição dos valores dos pixels, gerou uma imagem representada por valores variando de 0 a 255.

10.2.4 Elaboração da Matriz de Correlação

Para confecção da matriz de correlação (Tabela 10.14) foram atribuídos valores ao relacionamento existente entre cada par de documento utilizada nesta avaliação, conforme detalhado no item 5.3.4.

Tabela 10.14 – Matriz de correlação.

	Geologia	Pedologia	Fitologia	Declividade	Interseções
Geologia	1				
Pedologia	1/3	1			
Fitologia	1/7	1/5	1		

Declividade	1	3	7	1	
Interseções	1/5	1/3	3	1/5	1

10.2.5 Determinação dos Pesos das Cartas Básicas e Interpretativas

A determinação dos pesos das cartas utilizadas nesta avaliação (Tabela 10.15), assim como a taxa de consistência da correlação foi realizada conforme estabelecido no item 5.3.5.

Tabela 10.15 – Pesos e taxa de consistência.

Atributos	Autovalores
Geologia	0,3621
Pedologia	0,1607
Fitologia	0,0389
Declividade	0,3621
Interseções	0,0762

Taxa de Consistência = 0,03

10.2.6 Realização da Avaliação por Critérios Múltiplos

A avaliação que permitiu a elaboração da Carta de Favorabilidade às Condições de Infiltração foi efetivada conforme detalhado no item 5.3.6, gerando-se desta maneira uma imagem formada por valores variando de 0 a 255.

10.2.7 Elaboração do Produto Final

O produto final foi elaborado em duas etapas. Inicialmente procedeu-se uma reclassificação da imagem resultante da avaliação por critérios múltiplos, utilizando-se os intervalos listados na Tabela 5.4. Posteriormente o arquivo reclassificado foi exportado com extensão .BMP, visando a edição final da Carta de Favorabilidade às Condições de Infiltração ([Anexo 34](#)) dentro do programa CoreIDRAW 8.

11 TEMPO ENVOLVIDO NA ELABORAÇÃO DOS TRABALHOS

O cálculo do tempo total envolvido na realização deste trabalho não considerou as etapas de pesquisa bibliográfica e integralização de créditos. Os tempos gastos foram determinados por atividades, conforme ilustrado nos itens a seguir.

11.1 Aquisição dos Dados

A atividade dos aquisição de dados começou no início do projeto e se estendeu praticamente ao seu final. Entretanto nesta quantificação de tempo (Tabela 11.1) só foram computadas as horas do início dos trabalhos.

Tabela 11.1 – Tempo gasto na aquisição dos dados.

Atividade	Produto	Tempo (horas)
Aquisição de Dados	Dados gráficos	120
	Dados fotográficos	8
	Dados alfa-numéricos	32
	SUB-TOTAL	160

11.2 Entrada dos Dados

O tempo envolvido nas atividades de entrada dos dados está ilustrado na Tabela 11.2.

Tabela 11.2 – Tempo gastos na entrada de dados.

Atividade	Produto	Tempo (horas)
Elaboração do Mapa Base	Mapa Base	16
Adequação das Bases	Mapa Geológico Compilado	16
	Mapa Fitológico	16
	Mapa Pedológico	16
	Mapa dos Processos Morfogenéticos	8
	Mapa de Fraturas	24
	Carta de Drenagem Detalhada	32
	Carta das Bacias Hidrográficas	8
	Carta do Uso Atual do Solo	8
Digitalização das Cartas Básicas	Base Planimétrica	80
	Altimetria	280
	Mapa Geológico Compilado	56
	Mapa Fitológico	56
	Mapa Pedológico	32
	Mapa dos Processos Morfogenéticos	8
	Mapa de Fraturas	56
	Carta de Drenagem Detalhada	64
	Carta das Bacias Hidrográficas	32
	Carta do Uso Atual do Solo	64
Tratamento das Cartas Básicas	Base Planimétrica	8
	Altimetria	16
	Mapa Geológico Compilado	8
	Mapa Fitológico	8
	Mapa Pedológico	8
	Mapa dos Processos Morfogenéticos	8
	Mapa de Fraturas	8
	Carta de Drenagem Detalhada	8
	Carta das Bacias Hidrográficas	8
	Carta do Uso Atual do Solo	8
Elaboração da Quadricula Ortogonal	Traçado da malha ortogonal	1
	Criação das células	3
	Atribuição dos identificadores	4
Elaboração do Mosaico Fotográfico	Determinação das coordenadas UTM	16
	Determinação das coordenadas IMG	16
	Confecção dos arquivos de correspondência	8
	Georeferenciamento das fotos aéreas	8
	Determinação das aéreas úteis	8
	Articulação das fotos aéreas	8
Elaboração da Carta de Intercissões	Confecção da Malha Ortogonal	24
	Tratamento dos Dados	8
	Edição da Carta de Intercissões	16

Elaboração da Carta de Declividade	Carta de Declividade Preliminar	320
	Teste Qui-Quadrado	40
	Generalização da Carta de Declividade	80
	Digitalização da Carta de Declividade	192
Elaboração da Base de Dados	Geologia	24
	Fitologia	24
	Pedologia	24
	Áreas de Exclusão	16
	Plano Diretor de Saupe	16
SUB-TOTAL		1.816

11.3 Modelamento dos Dados

Para realização do modelamento dos dados, que correspondeu a elaboração das cartas de predisposição à erosão e de condições de infiltração, foram gastos os tempos demonstrados na Tabela 11.3.

Tabela 11.3 – Tempos gasto no modelamento de dados.

Atividade	Produto	Tempo (horas)
Modelamento de Dados	Elaboração da Carta de Predisposição à Erosão	40
	Elaboração da Carta das Condições de Infiltração	40
SUB-TOTAL		80

11.4 Edição dos Resultados

Como parte da edição dos resultados foram computados não apenas os envolvidos com as cartas derivadas mas também aqueles gastos na edição das cartas básicas e interpretativas, na confecção de figuras e na redação dos textos do exame de qualificação e na defesa da tese, conforme ilustrado na Tabela 11.4.

Tabela 11.4 – Tempos gasto edição dos resultados.

Atividade	Produto	Tempo (horas)
Edição das Cartas Básicas	Base Planimétrica	8
	Altimetria	8
	Mapa Geológico Compilado	8
	Mapa Fitológico	8
	Mapa Pedológico	8
	Mapa dos Processos Morfogenéticos	8
	Mapa de Fraturas	8
	Carta de Drenagem Detalhada	8
	Carta das Bacias Hidrográficas	8
	Carta do Uso Atual do Solo	8
Edição das Cartas Interpretativas	Quadrícula Ortogonas	8
	Mosaico Fotográfico	8
	Carta de Interseções	8
	Carta de Declividade	8
Edição das Cartas Derivadas	Carta de Predisposição à Erosão	8
	Carta das Condições de Infiltração	8
Elaboração de Figuras e Textos	Exame de Qualificação	160
	Tese de Doutorado	320
SUB-TOTAL		608

11.5 Tempo Total

A elaboração deste projeto envolveu um tempo total de 2.664 horas, conforme ilustrado na Tabela 11.5.

Tabela 11.5 – Tempo total gasto na elaboração do projeto.

Atividade	Tempo (horas)
Aquisição dos Dados	160
Entrada dos Dados	1.816
Modelamento dos Dados	80
Edição dos Dados	608
TOTAL	2.664

12 CONCLUSOES

A Elaboração da cartografia geológico-geotécnica objeto deste trabalho levou a formulação de algumas conclusões conforme disposto nos itens abaixo.

- A metodologia de cartografia geológico-geotécnica proposta por Zuquette (1987) e modificada por Zuquette (1993b) mostrou-se fundamental a execução deste trabalho;
- O uso de técnicas de geoprocessamento e do programa IDRISI tornaram a execução deste trabalho mais rápida. Adicionalmente, os produtos digitais elaborados poderão ser facilmente utilizados por outros usuários;
- A entrada dos dados foi a considerada uma das atividades mais relevantes, pois correspondeu a padronização dos dados (gráficos, fotográficos e alfa-numéricos), a digitalização das cartas básicas e a elaboração das cartas interpretativas;
- A Mapa Base constituiu-se num produto de extrema utilidade às atividades de adequação das cartas básicas, permanecendo imutável durante todo desenvolver do projeto;
- A adequação das cartas básicas tornou-se uma atividades fundamental aos trabalhos de digitalização e de tratamento das cartas básicas e interpretativas, pois propiciou uma atenuação das distorções decorrentes da elaboração destes produtos por vários órgãos e em diferentes escalas;
- A sistemática utilizada na digitalização das cartas básicas e interpretativas foi considerada satisfatória, visto que os arquivos digitais correspondentes a estes produtos apresentaram poucos e contornáveis problemas quando da importação pelo IDRISI;
- A Quadrícula Ortogonal mostrou-se de grande utilidade na transformação de um arquivo de pontos em um arquivo que contivesse curvas de isovalores. Esta transformação possibilitou uma avaliação por critérios múltiplos que utilizasse apenas arquivos correspondentes a entidades poligonais;
- A importação pelo IDRISI de um arquivo gerado pelo SURFER (.grd), via AutoCAD 12, quando da elaboração da Carta de Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura ([Anexo 19](#)) mostrou-se plenamente satisfatória visto que possibilitou a geração de um produto contendo linhas de isovalores suavizadas;
- A metodologia utilizada na elaboração do Mosaico Digital Semi-Controlado de Fotografias Aéreas, apesar de trabalhosa, propiciou a confecção de um produto de grande utilidade, visto que supriu a carência de uma imagem ou foto que fosse recente, não apresentasse cobertura de nuvens e que proporcionasse uma visão global da área trabalhada;
- A generalização adotada na elaboração da Carta de Declividade foi considerada de grande importância, pois deu origem a um documento de fácil leitura e de possível digitalização. No entanto, é imperativo que se proceda previamente um teste estatístico antes da generalização com objetivo de se estabelecer o tamanho máximo dos polígonos a serem generalizados. Considerou-se ainda plenamente satisfatória a adoção das seis classes de declividade (< 2%, 2-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30% e > 30%);
- A Carta de Declividade elaborada neste trabalho ([Anexo 30](#)) apresentou vantagens e desvantagens quando comparada com a Carta de Declividade Automática ([Anexo 31](#)), conforme pode ser deduzido de algumas características de cada uma delas. A carta de declividade manual representa mais fielmente a forma do relevo, pois considera a rede de drenagem e os topos elevados, além de facultar a realização de generalizações. Entretanto, sua confecção é mais demorada (632 horas) e os intervalos de declividade são imutáveis, a não ser que se proceda um agrupamento dos mesmos.
- A elaboração da Carta de Declividade Automática foi mais rápida pois envolveu apenas a digitalização e tratamento das curvas de nível (296 horas),

além de propiciar a alteração dos intervalos de declividade. Entretanto esta carta apresenta uma menor fidelidade ao relevo analisado, além de gerar um grande número de polígonos extremamente pequenos.

- A metodologia utilizada no modelamento dos dados (Avaliação por Critérios Múltiplos) mostrou-se de grande utilidade na elaboração das cartas derivadas, pois propiciou a rápida geração de produtos objetivos e de fácil leitura. Deve-se enfatizar no entanto que o sucesso deste modelamento se prende principalmente a definição do modelo interpretativo, a ponderação das unidades, a construção da matriz de correlação e a adoção de uma legenda com apenas cinco intervalos (Muito Alta, Alta, Moderada, Baixa e Muito Baixa);

- A Carta de Predisposição à Erosão ([Anexo 33](#)) constitui-se um produto de muito utilidade aos planejadores do uso e ocupação do solo na área trabalhada, considerando-se a sua facilidade de leitura e a correlação que apresentou com o Mapa das Feições Morfogenéticas ([Anexo 16](#)). Para elaboração dessa carta derivada considerou-se a declividade como o tema mais influente, seguido-se a fitologia, geologia, pedologia, conforme pode ser observado na Tabela 10.7.

- Na Carta das Condições de Infiltração ([Anexo 34](#)) estão assinaladas as áreas mais favoráveis a prospecção das águas subterrâneas. Estas áreas, como era de se esperar, coincidem com a Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba. Entretanto a grande utilidade desta carta se faz presente na prospecção nos aquíferos fraturados localizados no embasamento cristalino, onde a identificação das áreas mais favoráveis é muito mais complicada. Na avaliação por critérios múltiplos que resultou na elaboração dessa carta derivada considerou-se o tema como sendo o mais influente, seguido-se pela declividade, geologia, pedologia e fitologia, conforme pode ser observado na Tabela 10.15.

- Pelo que foi exposto anteriormente pode-se concluir que a metodologia apresentada neste trabalho atendeu aos objetivos previamente estabelecidos, ou seja a elaboração das cartas de predisposição à erosão e das condições de infiltração. Deve-se enfatizar que a elaboração destes documentos derivados foi realizada a partir da análise de cartas e mapas básicos prévios a partir de um modelamento de dados extremamente simples. Destacam-se ainda os baixos volumes de recursos envolvidos e a rapidez na execução do projeto.

- Considera-se, portanto, plenamente recomendável a utilização desta metodologia em outras regiões com vistas a elaboração de uma cartografia geológico-geotécnica de caráter orientativo.

13 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIAR, R.L., GANDOLFI, N. Mapeamento Geotécnico da Área de Expansão Urbana de São Carlos - SP: Contribuição ao Planejamento. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, 1990, Salvador. *Anais...* Salvador: ABGE, 1990. v. 1, p. 207-213.

ALHEIROS, M.M. Caracterização Sedimentológica da Formação Cabo - Pernambuco. Recife, 1987. 1 v. mapa anexo. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco.

ALLEN, JAMES R. Beach Erosion as a Function of Variations in the Sediment Budget, Sandy Hook, New Jersey, U.S.A. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 6, p. 139-150, 1981.

AMARAL, C.A. Carta Geomorfológica da Folha Ipojuca. 1:25.000. Projeto SINGRE. Recife. CPRM. 1994.

ANDRADE, G.O. de, LINS, R.C. Pirapama: Um Estudo Geográfico e Histórico. Recife. Editora Massangana, p. 114. II. Mapas. 1984.

ANDRADE-LIMA, D., COSTA, J.T. de M. Flora e Vegetação Terrestres da Área do Programa SUAPE. CONDEPE. Programa Ecológico e Cultural do Complexo Industrial e Portuário de Suape. Comunicação Técnica, 5. 1978.

ASSIS, H.M.B. Estudo dos Beach Rocks do Litoral Sul de Pernambuco com Base em Evidências Petrográficas e Isotópicas. Recife, 1990. 1 v. mapa anexo. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco.

ASSIS, H.M.B. Mapa Geológico Preliminar da Folha Cabo Santo Agostinho e Parte da Folha Cabo. 1:25.000. Relatório Integrado. Projeto SINGRE. Recife. CPRM, 1993.

ASSIS, H.M.B. Mapa Geomorfológico Preliminar da Folha Cabo Santo Agostinho e Cabo (parcial). 1:25.000. Projeto SINGRE. Recife. CPRM. 1994.

AUGUSTO FILHO, O., CERRI, L.E.S., MACEDO, E.S de. Carta Geotécnica da Serra do Mar. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador, 1990. *Anais...* Salvador: ABGE, 1990. v. 1, p. 297-307.

AUGUSTO FILHO, O. Metodologias de Identificação, Análise e Cartografia de Riscos Geológicos: Algumas Experiências no Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 7, 1993, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: ABGE, 1993. v. 3, p. 89-98.

ÁVILA, I.G. de., SALOMÃO, F.X. de., PRANDINI, F.L., JACINTO, M.C., FERNANDES, A., GALVES, M.L. Carta Geotécnica do Município de Itapeví - SP. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987a, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1987a. v. 2, p. 401-412.

ÁVILA, I.G. de., SUEMITSU, A., MORETTI, A.O., CHUNG, W.C., PRANDINI, L.F., SANTOS, M.T.N. dos. Carta Geotécnica do Município de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987b. São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1987b. v. 2, p. 389-399.

BARISON, M.R. Mapeamento Geotécnico Regional da Quadrícula de Amparo-S.P., Escala 1:50.000: com Base na Análise das Formas de Relevo ("Landforms") e de Perfis Típicos de Alteração. São Carlos, 1995. 2v. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BARROSO, J.A., CABRAL, S. Materiais Naturais de Construção nas Folhas Petrópolis e Itaipava (IBGE 1:50.000) - Rio de Janeiro. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 4, 1984. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABGE, 1984. v. 2, p. 147-162.

BARROSO, J.A., CABRAL, S., FERNANDES, C.E.M., PEDROTO, A.E.S., SILVA JUNIOR, G.C. da, BARROS, W.T. Problemas de Mapeamento Geológico-Geotécnico em Encosta com

Favela de Alta Densidade Populacional. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987. São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1987. v. 2, p. 267-278.

BARROSO, J.A., MARTINS, A.M., DUARTE, M.L., ZULIAN, M.T.C., ALVES, M.G., GUIMARÃES, R.F. Diagnóstico Ambiental Preliminar a Partir de Mapeamento Geológico-Geotécnico – Estudo de Caso: Região Oceânica de Niterói - RJ. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos, *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 29-40.

BASTOS, C.A.B., LIMA ALVES, A.M. de. Mapeamento Geotécnico da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 19-27.

BRAMWHEEL, D. & GEIGER, C. Teamwork: GIS Task Force Respondes to Laguna Beach Fire. *GeolInfo System*. v. 4, nº 2. P. 26-37, Fev. 1994.

BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. *Escada*: Região Nordeste do Brasil. Recife, 1974. Mapa cor., 78 x 59 cm. SC.25-V-A-II-4-NO-MI. 1371/4-NE. Escala: 1:25.000.

BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. *Ponta da Gambôa*: Região Nordeste do Brasil. Recife, 1974. Mapa cor., 78 x 59 cm. SC.25-V-A-III-3-SO. MI-1372/3-SO. Escala: 1:25.000.

BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. *Santo Agostinho*: Região Nordeste do Brasil. Recife, 1974. Mapa cor., 78 x 59 cm. SC.25-V-A-II-4-NO. MI-1372/3-NO. Escala: 1:25.000.

BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. *Ipojuca*: Região Nordeste do Brasil. Recife, 1984. Mapa cor., 78 x 59 cm. SC.25-V-A-II-4-SE. MI-1371/4-SE. Escala: 1:25.000.

BRASIL. Ministério do Interior. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. *Pedra Selada*: Região Nordeste do Brasil. Recife, 1984. Mapa cor., 78 x 59 cm. SC.25-V-A-II-4-SO. MI-1371/4-SO. Escala: 1:25.000.

BRASIL. Ministério do Exército. Diretoria do Serviço Geográfico. *Cabo*: Região Nordeste do Brasil. Brasília, 1985. Mapa color., 78 x 59 cm. SC.25-V-A-II-4-NE. MI-1371/4-NE. Escala: 1:25.000.

BRASIL. Ministério da Agricultura. UEP-RECIFE/CPATSA/EMBRAPA Mapa de Solos do Estado de Pernambuco (Esboço Preliminar). Escala 1:100.000. No prelo.

BROLLO, M.J., NOGUEIRA, S.A.A., FERREIRA, C.J., FERREIRA, L.M.R., PIRES NETO, A.G. Da Carta Geotécnica à Gestão Territorial: O Diagnóstico do Meio Físico na Porção Média da Bacia do Rio Piracicaba, SP. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos, *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 119-128.

CARR, A.P., BLACKLEY, M.W.L. & KING, H.L. Spatial and Seasonal Aspects os Beach Stability. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 7, p. 267-282, 1982.

CASTELO BRANCO FILHO, H. Geociências e o Uso Racional do Meio Físico na Bacia do Alto Paraguai. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1, 1976, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro; ABGE, 1976. v. 3, p. 383-388.

CASTRO, J.F.M. Aplicação de SIG em Estudos Ambientais: Roteiro de Investigação para Geração de Mapa Morfodinâmico. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 6, 1995, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro:IGCE/UNESP, 1995. P. 43-44.

CERRI, L.E.S Carta Geotécnica: Contribuições para uma Concepção Voltada as Necessidades Brasileiras. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, 1990, Salvador. *Anais...* Salvador: ABGE, 1990. v. 1, p. 309-317.

CERRI, F.E.S., ALMEIDA. G.A.A. Instabilidade da Serra do Mar no Estado de São Paulo:

Situações de Risco. In: Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano, 1, 1990a, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1990a. p. 305-315.

CERRI, L.E.S., MACEDO, E.S. de, AUGUSTO FILHO, O. Risco Geológico: Uma Nova Área de Atuação da Geologia de Engenharia no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, 1990b, Salvador. *Anais...* Salvador: ABGE, 1990b. v. 1, p. 319-325.

CERRI, L.E.S., AKIOSSI, A., ZAINÉ, J.E. Cartas e Mapas Geotécnicos de Áreas Urbanas: Reflexões sobre as Escalas de Trabalho e Proposta de Elaboração com o Emprego do Método do Detalhamento Progressivo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 8, 1996, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABGE, 1996. v. 3, p. 537-547.

CHAVES, N.S. Beachrocks do Litoral Pernambucano: Estudo Sedimentológico e Análise de Isótopos Estáveis. Recife, 1996. 1 v. mapa anexo. Dissertação (Mestrado em Geociências) Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco.

COLARES, J.Q.S. Mapeamento Geotécnico Preliminar da Região Metropolitana de Fortaleza (CE). Rio Claro, 1996. 2v. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

CONSTANZO JUNIOR, J., VIRGILI, J.C., MACIEL FILHO, C.L. Contribuição à Cartografia Geotécnica da Região e Santa Maria (RS). In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 2, 1978, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1978. v. 1, p. 267-280.

DAVIS, J.C. *Statistics and Data Analysis in Geology*. New York. John Wiley & Sons, Inc, 1986.

DE BIASI, M. Cartas de Declividade: Confecção e Utilização. *Geomorfologia (São Paulo)*, v. 21, p. 8-13, 1970.

DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: Os Métodos de Representação e sua Confecção. *Revista do Departamento de Geografia da FFLCH*. V. 6, p. 45-53, 1992.

EASTMAN, J.R. *IDRISI for Windows User's Guide*. Version 2.0. Worcester, USA. Massachusetts. Graduate School of Geography. Clark University. p. 192.

FEITOSA, A.C. Morfodinâmica da Área Costeira a Nordeste da Ilha do Maranhão. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 7, 1997, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1997, p. 34-36.

FERNANDES, A., CARDIERI, F.L.G., BARROS, I.B.M., ÁVILA, I.G., JACINTO, M.C. Carta Geotécnica da Região Metropolitana de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1987. v. 2, p. 401-412.

FERRANTE, J.E.T., GANDOLFI, N. Metodologia Fotointerpretativa de Estudos Básicos para um Planejamento Integrado. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 4, 1984, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABGE, 1984. v. 2, p. 227-239.

FERRARI, J.A., ANTONIETTI, E., HIRUMA, S.T. Geoprocessamento Aplicado na Identificação dos Fatores Responsáveis pela Formação de Feições Lineares de Erosão na Bacia do Rio Quilombo-SP. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 6, 1995, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1995. p. 67-69.

FERRARI, J.A., HIRUMA, S.T., ANTONIETTI, E., KARMANN, I. Geoprocessamento Aplicado à Caracterização de Terrenos Cársticos - Núcleo Caboclos (PETAR). In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 7, 1997, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1997. p. 37-40.

FERREIRA, M.C. Procedimentos para a Elaboração de Mapas de Declividades e de Orientação de Vertentes Utilizando o Sistema de Informações Geográficas IDRISI. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 5, 1994, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1994. p. 35-37.

FERREIRA, M.C. Modelagem Cartográfica Aplicada a Mapeamentos de Susceptibilidade e

Danos Ambientais: Um ensaio no SIG IDRISI. *Geociências* (São Paulo), v. 15(2), p. 485-502, 1996.

FERREIRA, M.C. Utilização de Modelos Digitais de Terreno na Estimativa de Enchentes em Bacias Hidrográficas: Uma Avaliação Preliminar em Escala Regional. *Geociências* (São Paulo), v. 6(1), p. 243-255, 1997.

GREHS, S.A. A Importância do Geólogo na Estudo Preventivo de Escorregamentos, Deslizamentos e outros Aspectos Correlatos. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 21, 1966, Curitiba. *Anais...* Curitiba: SBG, 1966. p. 119-123.

GUSMÃO FILHO, J.A. Risco Geológico no Recife. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 7, 1993, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: ABGE, 1993. v. 3, p. 41-62.

HABERLEHNER, H. Princípios de Mapeamento Geotécnico. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 20, 1966, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, p. 37-39.

HEINE, V.H. Levantamento Geotécnico do Estado de Guanabara. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 20, 1966, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro: SBG, p. 44.

HUTCHINSON, J.N. A Pattern in the Incidence of Major Coastal Mudslides. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 8, p. 391-397, 1983.

INFANTI JUNIOR, N. Geologia de Planejamento: Escopo e Metodologia. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1, 1976, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABGE, 1976. v. 3, p. 373-382.

KRUMBEIN, W.C., GRAYBILL, F.A. *An Introduction to Statistical Models in Geology*. . New York: McGraw-Hill Book Company, 1965.

LANDIM, P.M.B. *Análise Estatística de Dados Geológicos*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998.

LAURINDO A.M.O. *Estudo Faciológico dos Carbonatos da Formação Cabo - Pernambuco*. Recife, 1983. 1 v. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Pernambuco.

LEITE, J.C., ZUQUETTE, L.V. Atributos Fundamentais à Elaboração da Carta de Susceptibilidade à Contaminação e Poluição de Águas Subsuperficiais. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 8, 1996, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABGE, 1996. v. 3, p. 647-657.

LIMA FILHO, M.F., ALHEIROS, M.M. Planície do Recife: Origem e Características Geotécnicas. In: Seminário Regional de Engenharia Civil, 2, 1990, Recife. *Anais...* Recife, 1990. v. 2, p. 502-518.

LIMA FILHO, M.F. de, MEDEIROS, A. B., PEDROSA, F. J. A., BRITO M. L., NÓBREGA, V. A., ARAUJO, R. D. Ocorrência da Formação Barreiras na Sub-Bacia do Cabo - PE. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 14, 1991, Recife. *Boletim...* Recife: SBG/Núcleo NE, 1991, p. 323-325.

LIMA FILHO, M.F., PEDROSA, F.J.A., MEDEIROS, A.B., BRITO, M.F.I., NÓBREGA, V.A., ARAUJO, R.D., MOTA, J.A. Geologia da Bacia do Cabo – PE. *Geociências* (São Paulo), v. 15(1), p. 223-242, 1996.

LIOTTE, S.V., MACEDO, A.B., SOUZA, A.P., SALLES, F.A.F., BRUGNERA, G.R. Geoprocessamento como Auxílio à Administração Municipal: Bom Sucesso de Itararé. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 6, 1995, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1995. p. 97-99.

LIPORACI, S.R. *Mapeamento Geotécnico da Cidade e Parte do Município de Poços de Caldas (MG) – Escala 1:25.000, Visando o Planejamento do Uso e Ocupação do Meio Físico*. São Carlos, 1994. 2v. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LIPORACI, S.R., CALIJURI, M.L., ZUQUETTE, L.V. Mapeamento Geotécnico e Elaboração da Carta de Riscos Geológicos como Subsídios na Prevenção de Acidentes Naturais em Zonas Urbanas. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 8, 1966, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABGE, 1996. v. 3, 591-599.

LOLLO, J.A. O Uso da Técnica de Avaliação do Terreno no Processo de Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação na Quadrícula de Campinas. São Carlos, 1995. 2v. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LOLLO, J.A. de, ZUQUETTE, L.V. Utilização da Técnica de Avaliação do Terreno em Cartografia Geotécnica: Sistemática Proposta e Resultados Obtidos para a Quadrícula de Campinas. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 3-12.

LOURENÇO, R.W., dos ANJOS, R.B., FERREIRA, M.C. Metodologia para Mapeamento de Índices de Qualidade Ambiental Urbana Através de Geoprocessamento. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 7, 1997, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1997. p. 67-70.

MACIEL FILHO, C.L. Mapeamento Geotécnico e Planejamento da Ocupação Urbana de Santa Maria, RS. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 2, 1978, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1978. v. 1, p. 257-265.

MARETTI, C.C., RODRIGUES, J.E. Geologia Aplicada ao Mapeamento Ambiental Litorâneo: A Região Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, 1990, Salvador. *Anais...* Salvador: ABGE, 1990. v. 1, p. 215-221.

MARTINS, M.H.A. de Mapa Geológico da Região de Nossa Senhora do Ó (Ipojuca-PE). Recife, 1991. 1 v. mapa anexo. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco.

MAYER, S.A. & CHRISTOFOLETTI, A. Análise da Rugosidade Topográfica da Região Administrativa de Campinas (SP). *Bol Geografia Teorética*, v. 14, p.87-100, 1984.

MEDEIROS, A.B. de Mapa Geológico da Faixa Costeira a Sudeste da Cidade do Cabo-PE. Recife, 1991. 1 v. mapa anexo. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco.

MERCIO S.R., HERNANDES, G.L.S. Digitalização de Fotografias Aéreas para Interpretação de Lineamentos. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 6, 1995, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1995. p. 119-121.

MIRANDA, E.E. Geoprocessamento em Análise Ambiental: A Experiência da EMBRAPA. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p. 198-203.

NEUMAN, V.H.M. L. Geomorfologia e Sedimentologia Quaternária da Área de Suape, Pernambuco (Brasil). Recife, 1991. 1 v. mapa anexo. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco.

NISHIYAMA, L., ZUQUETTE, L.V. Relação entre Formas de Relevo e Materiais Inconsolidados da Região de Uberlândia-MG e a dinâmica dos Processos Atuais e Pretéritos. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 241-249.

NORDSTROM, K.F. DOWNDRIFT COARSENING OF BEACHS FORESHORE SEDIMENTS AT DITAL INLETS: AS EXAMPLE FROM THE COAST OF NEW JERSEY. *Earth Surface Processes and Landforms*. v. 14, p. 691-701, 1989.

OLSON, C.G. & HUPP, C.R. Coincidence and Spatial Variability of Geology, Soils, and Vegetation, Mill Run Watershed, Virginia. *Earth Surface Processes and Landforms*. v. 11, p. 619-629, 1986.

ORTOLANI, A. A.; PINTO, H.S.; PEREIRA, A.R. & ALFONSI, R.R. Parâmetros Climáticos e a Cafeicultura. Instituto Agrônomo (Campinas). 26 p. Relatório Preliminar, 1970.

PEDROTO, A.E.S., BARROSO, J.A. Condicionantes do Meio Físico na Implantação de Sistemas de Fossas Sépticas. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 4, 1984a, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABGE, 1984a. v. 2, p. 223-226.

PEDROTO, A.E.S., BARROSO, J.A. Mapeamento Geológico-Geotécnico em Áreas dos Municípios de Saquarema e Maricá – RJ: Baixada Litorânea e Vertente Atlântica. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 4, 1984b, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABGE, 1984b. v. 2, p. 267-278.

PEJON, O.J. Mapeamento Geotécnico da Folha Piracicaba-SP (1:100.000): Estudo de Aspectos Metodológicos, de Caracterização e de Apresentação de Atributos. São Carlos. São Carlos, 1992, 225 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PERALTA, E. Elaboração do Modelo Digital para Determinar Áreas de Riscos de Deslizamentos Utilizando o SAGA. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990, p. 248-261.

PERNAMBUCO. Decreto Estadual n. 8.447, 3 de março de 1983. Aprova as Normas de Uso do Solo, Uso dos Serviços e Preservação Ecológica do Complexo Industrial e Portuário de SUAPE. Diário Oficial, Recife, ano LX, n. 40, p. 3, 1983. Seção Poder Executivo.

PERNAMBUCO. Secretaria de Planejamento. Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife-FIDEM. Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Proteção dos Mananciais. Recife, 1987a.

PERNAMBUCO. Secretaria de Planejamento. Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife-FIDEM. Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Sistemas de Parques. Recife, 1987b.

PERNAMBUCO. Secretaria de Planejamento. Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife-FIDEM. Mapa de Cobertura Vegetal da Região Metropolitana do Recife 1984/1988. escala 1:50.000. Recife, 1988.

PERNAMBUCO. Plano Diretor de SUAPE Complexo Industrial Portuário, Plano de Máxima Ocupação (desenho S-001.95-A). 1994a.

PERNAMBUCO. Secretaria da Agricultura. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária/Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos de Pernambuco. Climatologia das Estações Experimentais do IPA. Recife, 1994b. p. 136.

PERNAMBUCO. Secretaria de Planejamento. Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife-FIDEM. Mapa Planimétrico da Região Metropolitana do Recife. Recife, 1995. Mapa cor., 64 x 106 cm. Escala: 1:100.000.

PFALTZGRAFF, P.A.S., ASSIS, H.M.B., COSTA, A.C. da, MIRANDA, J.F., AMARAL, C.A., ASSUNÇÃO, P.R. Mapa de Indicadores Geotécnicos do Município de Jaboatão dos Guararapes. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 8, 1996, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABGE, 1996. v. 3, p. 571-577.

PRANDINI, F.L. O Brasil e a Geologia no Planejamento Territorial e Urbano. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1, 1976, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABGE, 1976. v. 3, p. 354-370.

PRANDINI, F.L., ÁVILA, I.G., CONSTANZO Jr, J., CARLSTRON FILHO, C., BOTTURA, J.A., TEIXEIRA, A.L. Uma Carta Geotécnica dos Terrenos Adjacentes ao Canal do Rio Tietê, de Osasco a Guarulhos. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 2, 1978, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1978. v. 1, p. 281-296.

PRANDINI, F.L., NAKAZAWA, V.A., FREITAS, C.G.L. de, CUNHA, M.A. Prevenção e Controle de Acidentes Geológicos no Brasil: Perspectivas e Estratégias. In: Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano, 1, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1990. p. 370-379.

QUINTANILHA, J.A. Entrada e Conversão de Dados: Processos de Construção de Bases Digitais e Dados Espaciais. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 3, 1995, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995. p. 29-58.

RIDENTE JUNIOR, J.L., SILVA, V.C.R. da, OLIVEIRA, A.M.S., ALVES, C.F.C. Cabeceiras de Drenagem, uma Unidade de Análise na Elaboração de Cartas Geotécnicas. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 185-194.

RIDENTE JUNIOR, J.L., ARAUJO, C.C. de, KORMAN, V., MACEDO A.B., MARTINS, J.F. Risco Potencial de Erosão em Área Piloto no Município de São José do Rio Preto/SP Definido por Um Sistema de Informação Geográfica (SIG). In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 7, 1997, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1997. p. 136-138.

RIEDEL, P.S. Elaboração de Mapas de Susceptibilidade a Rupturas Planares em Taludes de Saprolitos – Utilizando de Sistemas de Informações Geográficas. In: Simpósio de Quantificação em Geociências, 7, 1997, Rio Claro. *Boletim...* Rio Claro: IGCE/UNESP, 1997. p. 139-141.

ROCHA, D.E.G.A. Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil folha SC.25-V-A-II Vitória de Santo Antão. Escala 1:100.000. Recife, DNPM/CPRM, 1990. 1v. il.

ROMÃO, P.A., SOUZA, N.M. Mapeamento Geotécnico da Requião de Águas Claras, DF: Utilização de Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 155-163.

SANCHEZ, M.C. A Propósito das Cartas de Declividade. In: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 5, 1993, São Paulo. *Anais...* São Paulo: FFLCH, 1993.

SANTOS, M.D.S.R. dos. Manual de Fundamentos Cartográficos e Diretrizes Gerais para Elaboração de Mapas Geológicos, Geomorfológicos e geotécnicos. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Publicação IPT, v. 1773, 1990.

SIEGNEMARTIN, C.L., FÚLFARO, V. Geologia de Áreas Urbanas: O Exemplo de Ribeirão Preto, SP. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 3, 1990, Itapema. *Anais...* Itapema: ABGE, 1990. v. 2, p. 389-408.

SOUZA, N.M. Contribuição à Cartografia Geotécnica com o Uso de Geoprocessamento: Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica. São Carlos, 1994. 1v. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

STRAHLER, A.N. Dynamic Basis of Geomorfology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 63, p. 923-938, 1952.

TEIXEIRA, A.L.A., PROCHNOW, M.C.R., SUAREZ, R., CARDOZO, S. Determinação das Áreas de Risco à Erosão na Bacia do Córrego Monjolo Grande (SP), Através do Uso de um SIG. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1990. p. 300-307.

TEXAS – Texas Coastal Management Program. Final Environmental Impact Statement. 1986. <[http://www.glo.state.tx.us/res mgmt/coastal/cmpdoc/html/contents.html#part1](http://www.glo.state.tx.us/res_mgmt/coastal/cmpdoc/html/contents.html#part1)>

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The Water Balance. *Publications in Climatology, Laboratory of Climatology*, v. 8. n. 1. p. 104, 1955.

VEIGA Jr, J.P. Mapa Geológico Preliminar de Parte da Folha Cabo. 1:25.000. Relatório Integrado. Projeto SINGRE. Recife. CPRM. 1993.

VEIGA Jr, J.P. Carta Geomorfológica Preliminar de Parte da Folha Cabo. 1:25.000. Projeto SINGRE. Recife. CPRM. 1994.

VIDISSICH, F. & FURLAN, O. Dicionário de Novos Termos de Ciências e Tecnologias. Empréstimos, Locuções, Siglas, Cruzamentos e Acrônimos. São Paulo, Editora Pioneira, 1996.

VIRGINIA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY. Tributary strategies annual report. <[http://www.deq.state.va.us/envprog/ar part1.html](http://www.deq.state.va.us/envprog/ar%20part1.html)>. 1996.

WENTWORTH, C.J. A Simplified Method of Determining the Average Slope of Land Surface. American Journal Sciences, 5th series, v. 20, p. 184-94, 1930.

ZARATIN, S. Considerações sobre a Aplicação dos Estudos de Fisiografia aos Planos de Desenvolvimento Urbano e Regional. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1, 1976, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABGE, 1976. v. 3, p. 343-354.

ZUQUETTE, L.V. Mapeamento Geotécnico Preliminar na Região de São Carlos. São Carlos, 1981. 2 v. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ZUQUETTE, L.V., GANDOLFI, N. Contribuição à Cartografia Geotécnica da Grande Cuiabá - MT. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 4, 1984a, Belo Horizonte, *Anais...* Belo Horizonte: ABGE, 1984a. v. 2, p. 109-118.

ZUQUETTE, L.V., GANDOLFI, N. Problemas Ambientais na Região Sudeste do Estado de Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 4, 1984b, Belo Horizonte, *Anais...* Belo Horizonte, ABGE, 1984b. v. 2, 241-251.

ZUQUETTE, L.V. Mapeamento Geotécnico: Estado da Arte. São Carlos. 1985. Seminário (Disciplina SGS-833) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ZUQUETTE, L.V. Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para Condições Brasileiras. São Carlos, 1987. 2v. 478 p. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ZUQUETTE, L.V., GANDOLFI, N. Mapeamento Geotécnico Aplicável a Rejeitos Sépticos. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987a, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1987a. v. 2, p. 313-322.

ZUQUETTE, L.V., GANDOLFI, N. Metodologia de Mapeamento Geotécnico para Áreas Municipais. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 5, 1987b, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1987b. v. 2, p. 303-312.

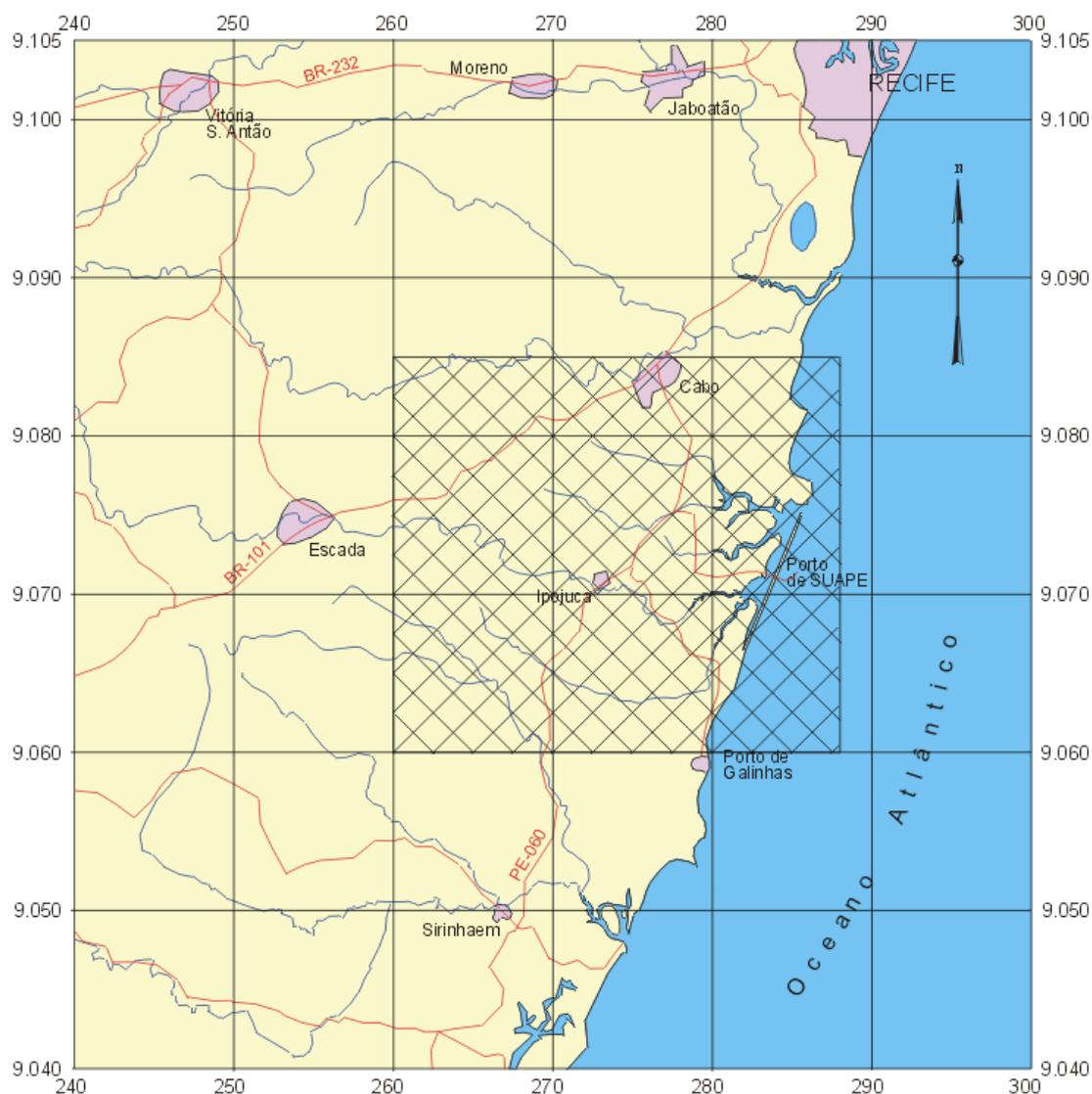
ZUQUETTE, L.V., GANDOLFI, N. Mapeamento Geotécnico da Folha de Campinas – Escala 1:50.000. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, 1990, Salvador. *Anais...* Salvador: ABGE, 1990. v. 1, p. 231-241.

ZUQUETTE, L.V., GANDOLFI, N., PEJON, O.J. O Mapeamento Geotécnico na Previsão de Riscos Geológicos em Áreas Urbanas. In: Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano, 1, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 1990. p. 305-315.

ZUQUETTE, L.V. Algumas Propostas Metodológicas para Elaboração e Cartas de Risco e de "Hazards". In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 7, 1993, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: ABGE, 1993. v. 3, p. 75-88.

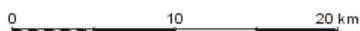
ZUQUETTE, L.V. Importância do Mapeamento Geotécnico no Uso e Ocupação do Meio Físico: Fundamentos e Guia Para Elaboração. São Carlos, 1993. 368 p. Tese (Livro Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

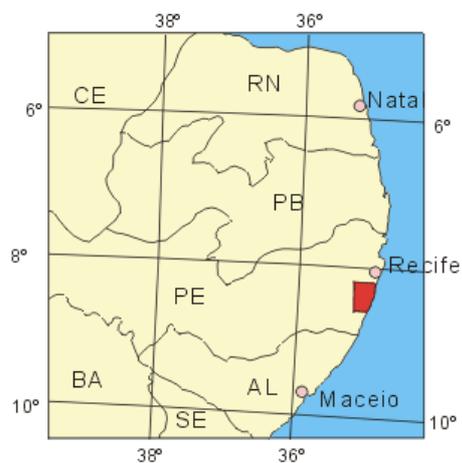
ZUQUETTE, L.V., PEJON, O.J. Carta de Zoneamento Geotécnico Geral da Região de Franca - SP Utilizando os Critérios de Landforms. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2, 1996, São Carlos. *Anais...* São Carlos: ABGE, 1996. v. 1, p. 165-174.



Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 33° W. GR." A crescidas as constantes 10.000km e 500 km, respectivamente.

 Área de estudo

 0 10 20 km



Localização da área de estudo.

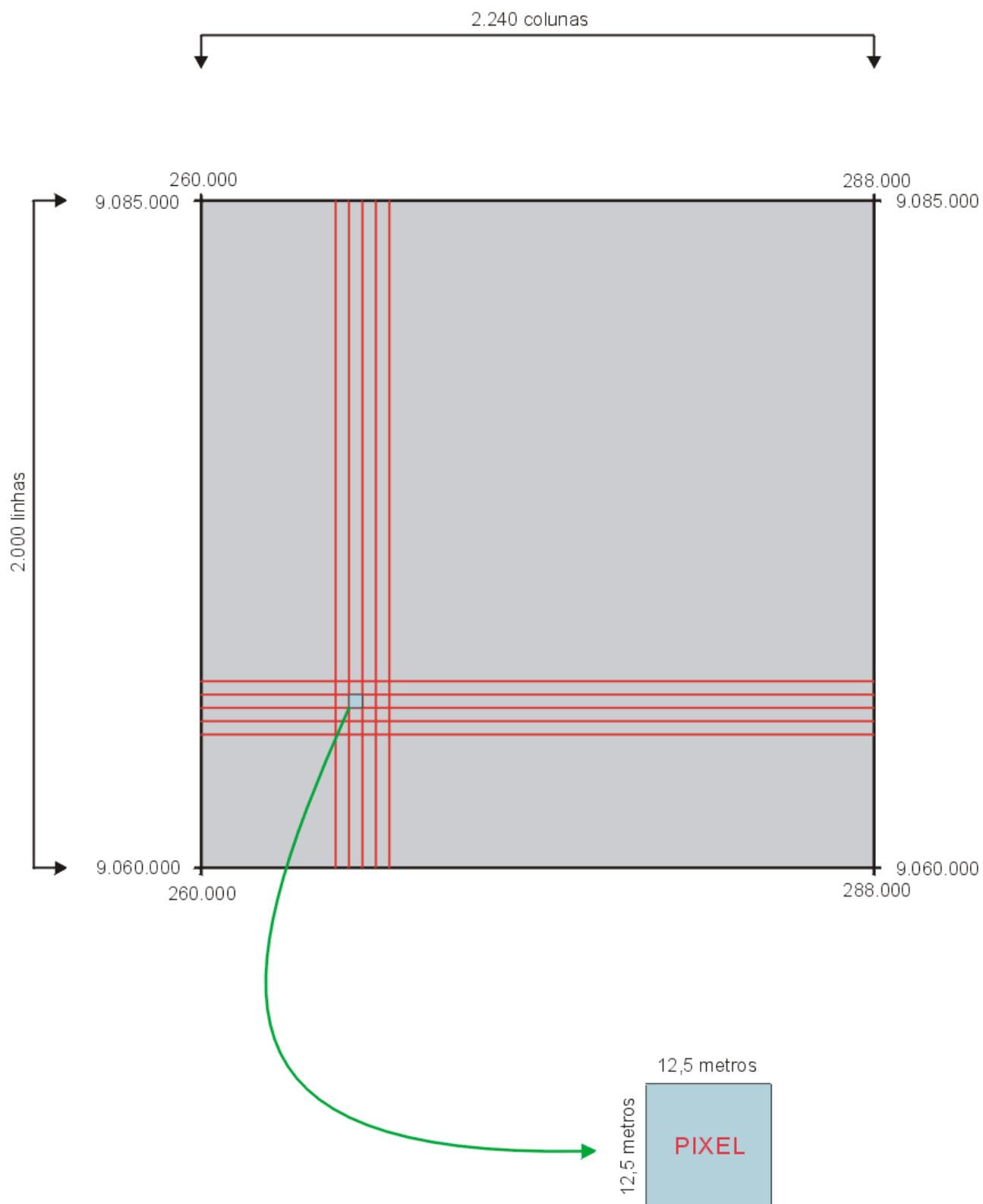
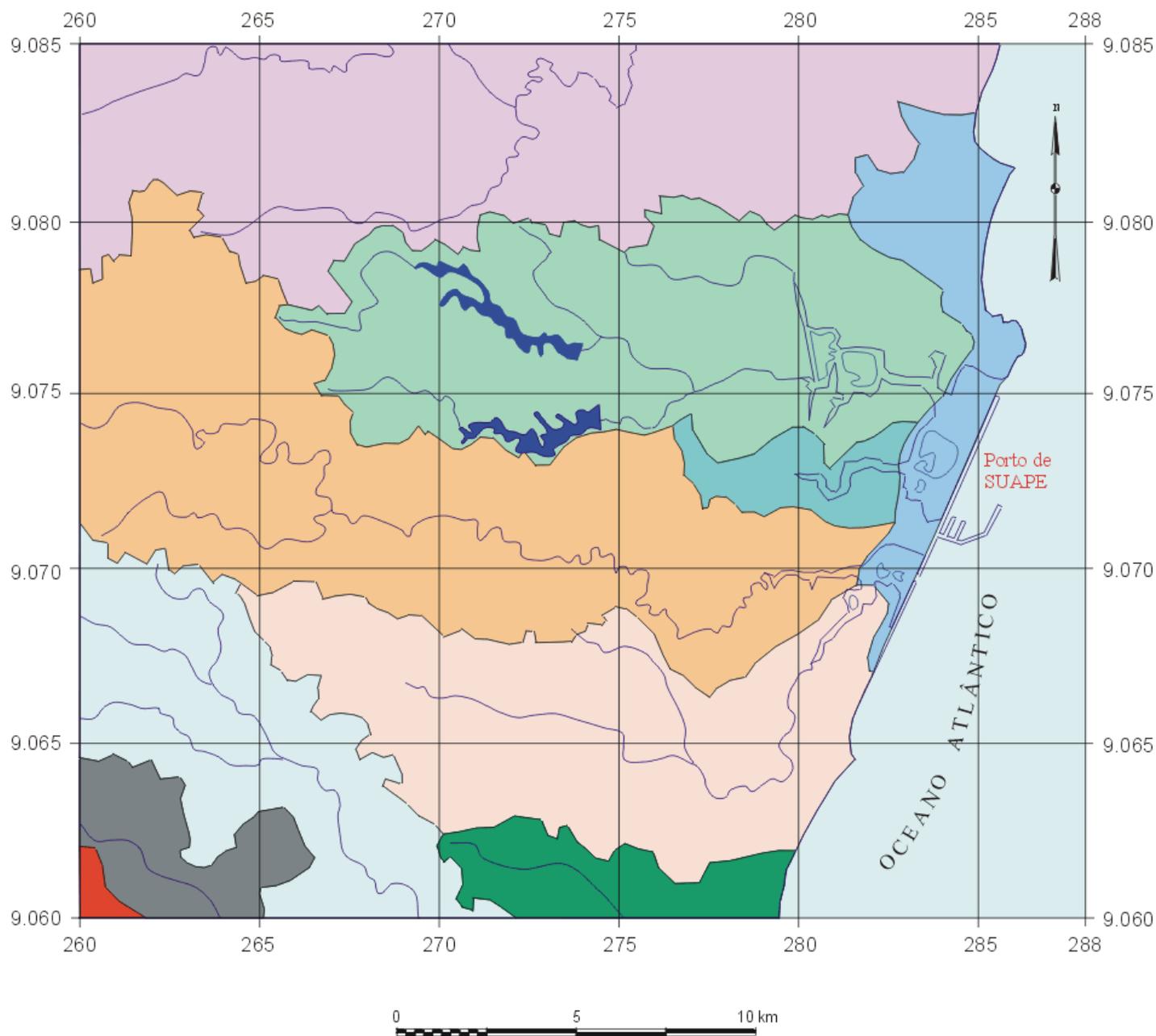


Imagem de Inicialização.



Condições para elaboração do Mapeamento Geotécnico e principais finalidades básicas (Zuquette, 1987).



Distribuição das bacias hidrográficas.

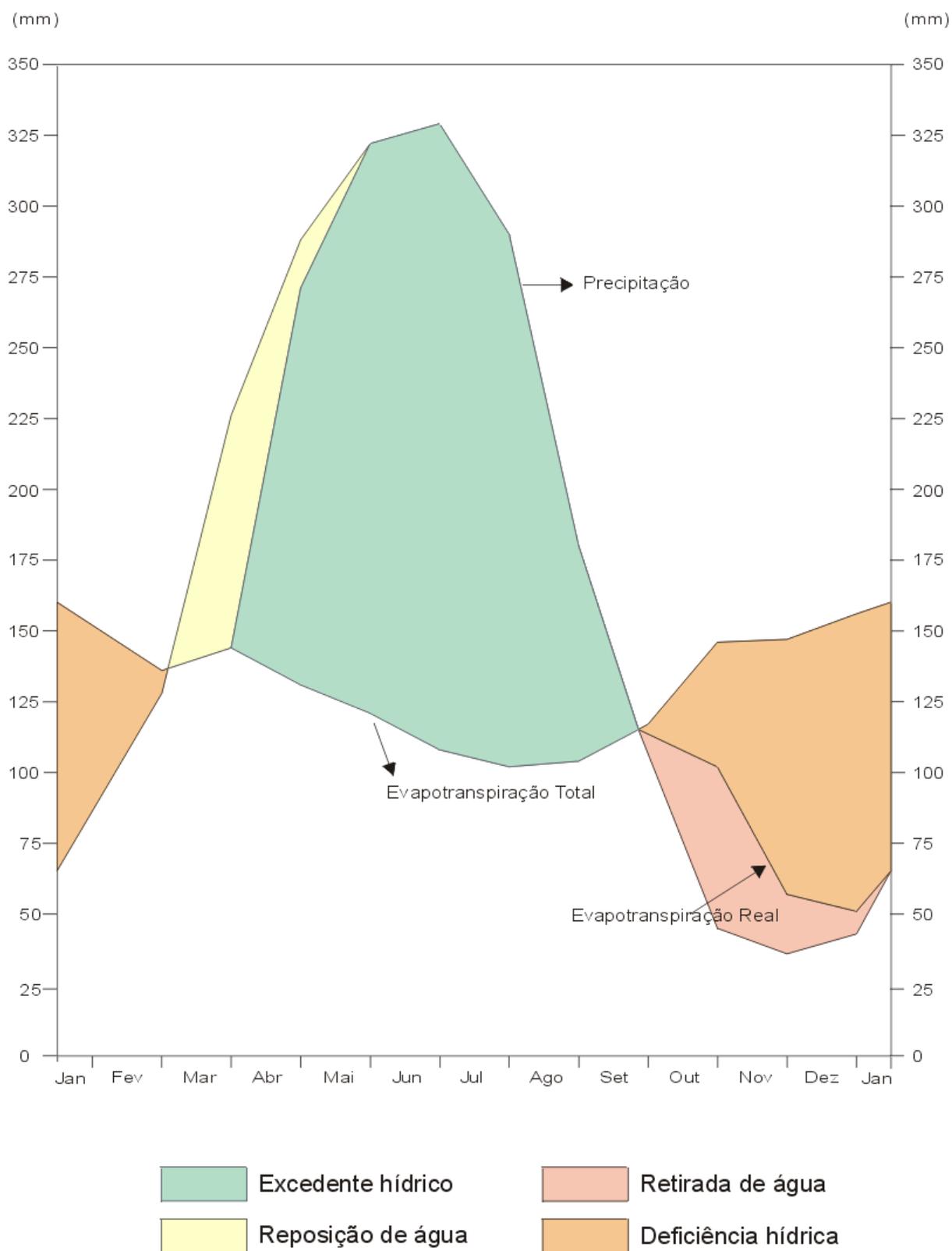
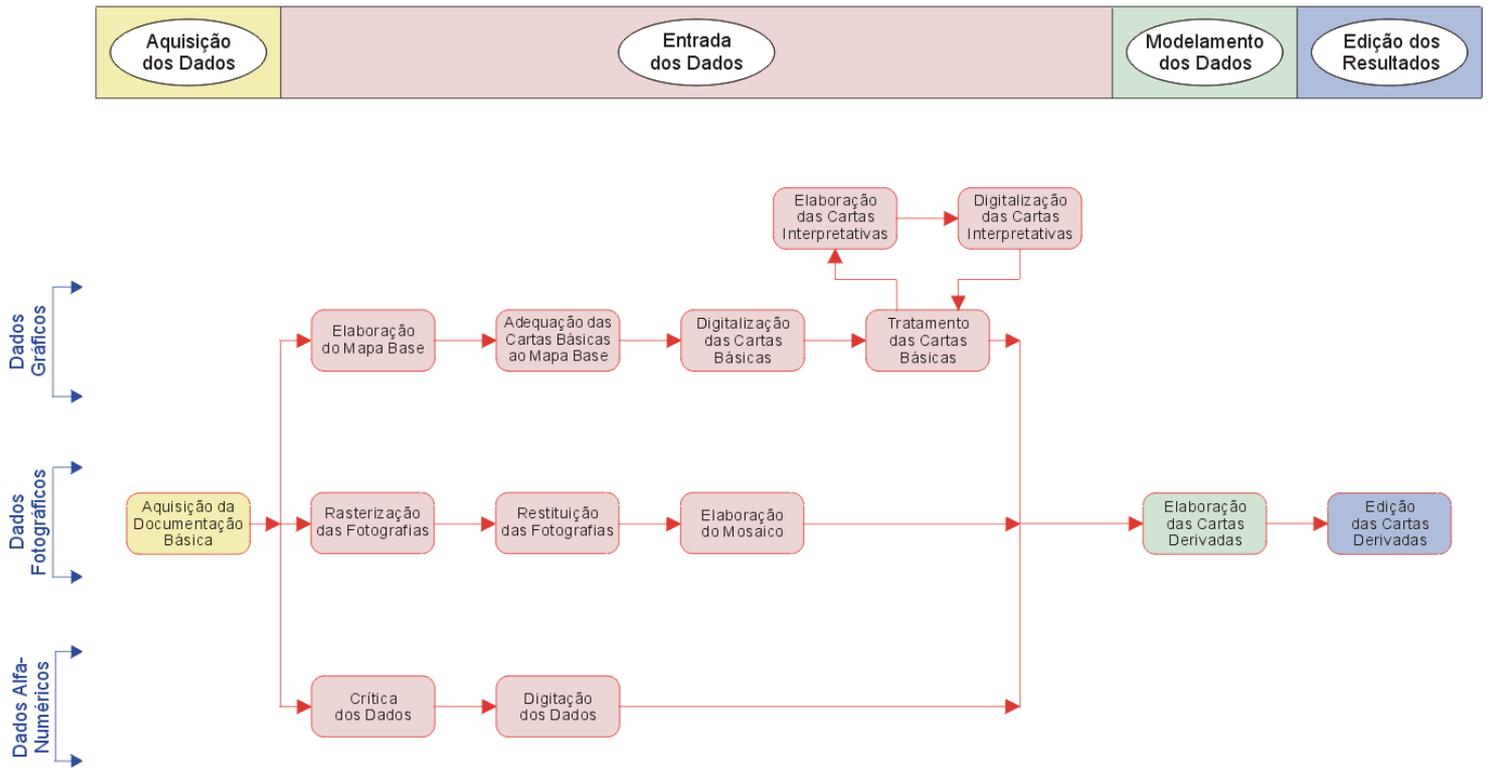
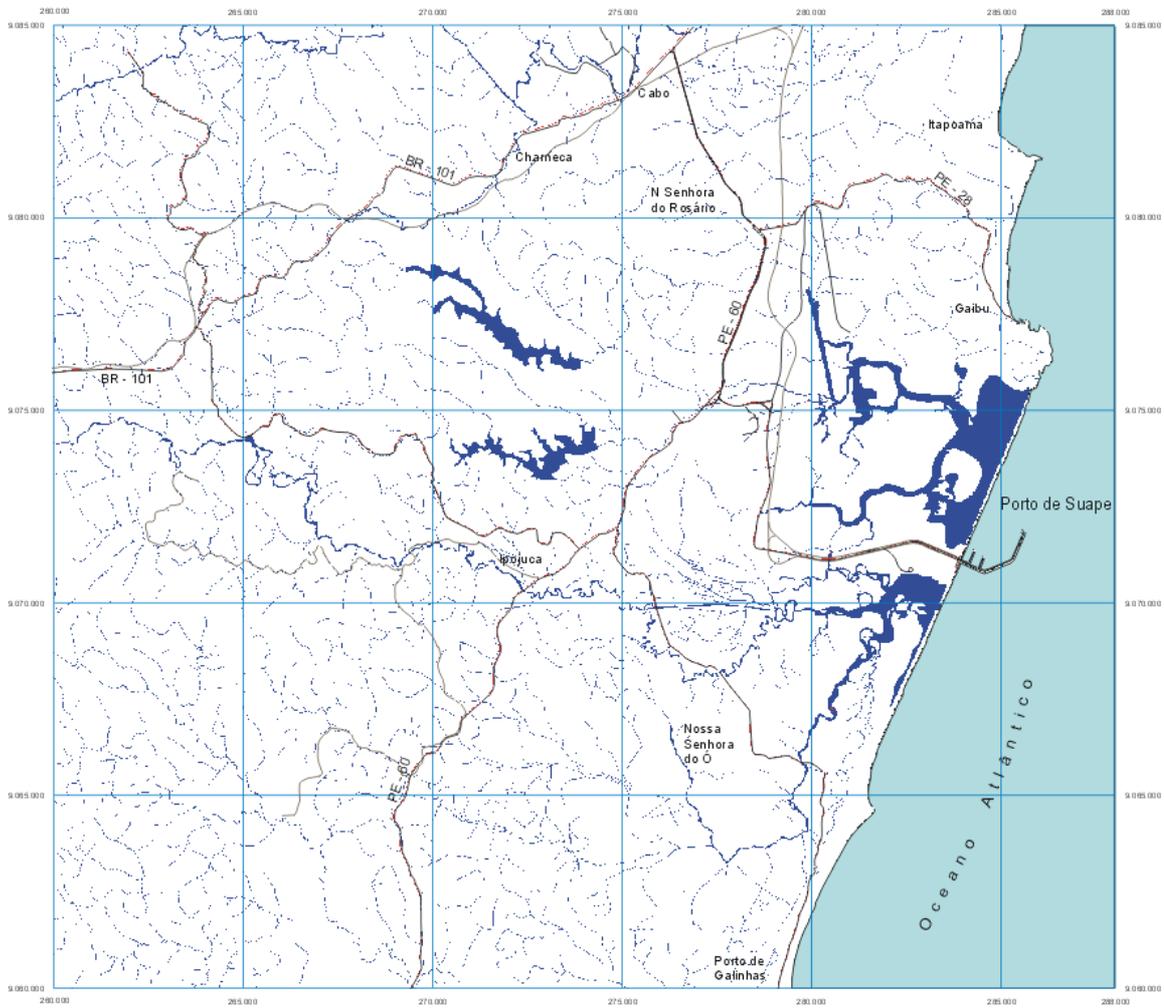


Gráfico do balanço hídrico da Estação Agrometeorológica de Porto de Galinhas-PE.



Fluxograma dos trabalhos realizados

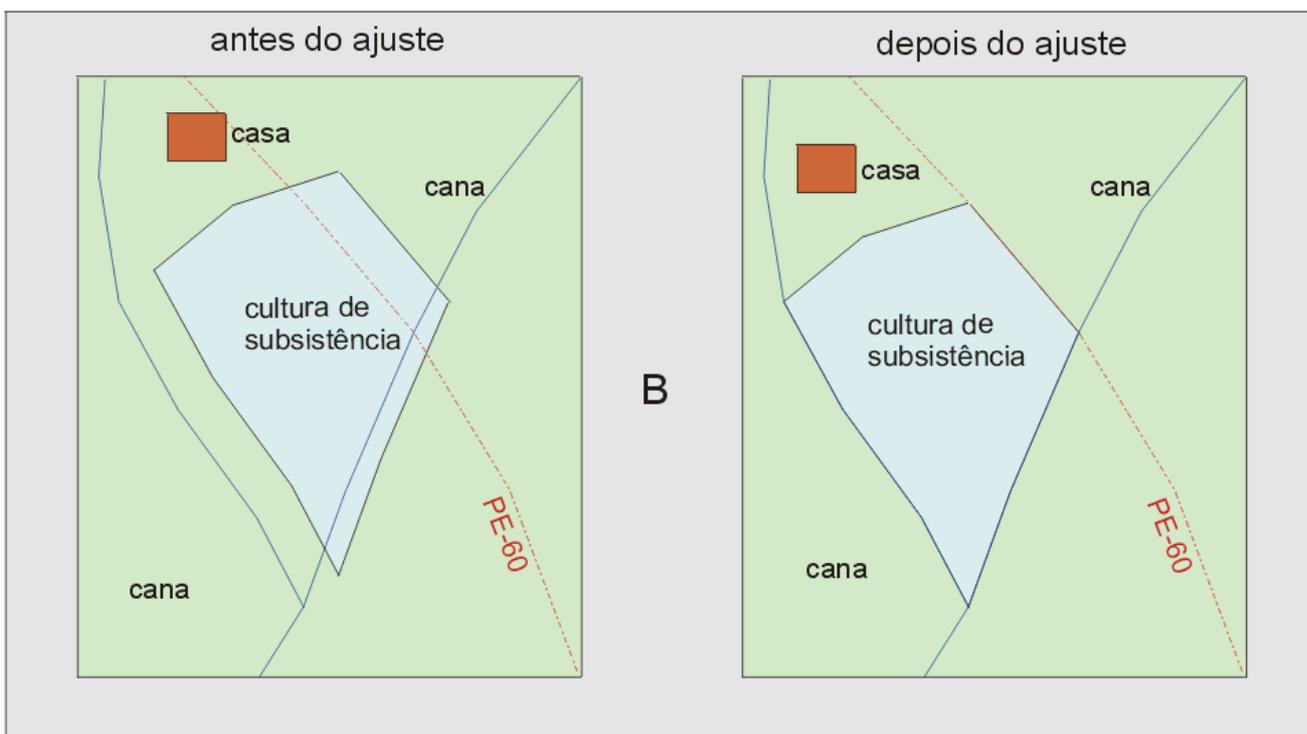
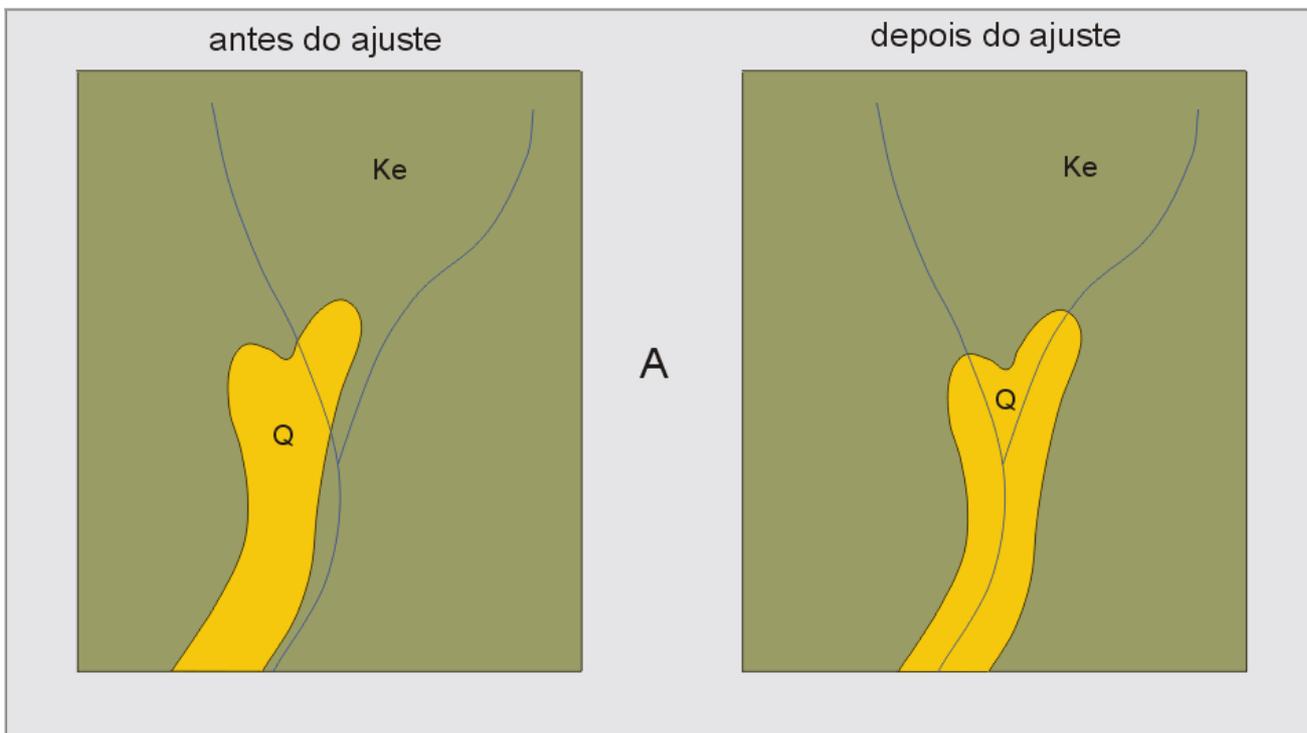


Base planimétrica e laborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedro Seixas, Ipôjoca e Porto da Gamboa. Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 33°W.G.R." A coteclas as constantes 10.000 km e 500 km, respectivamente.

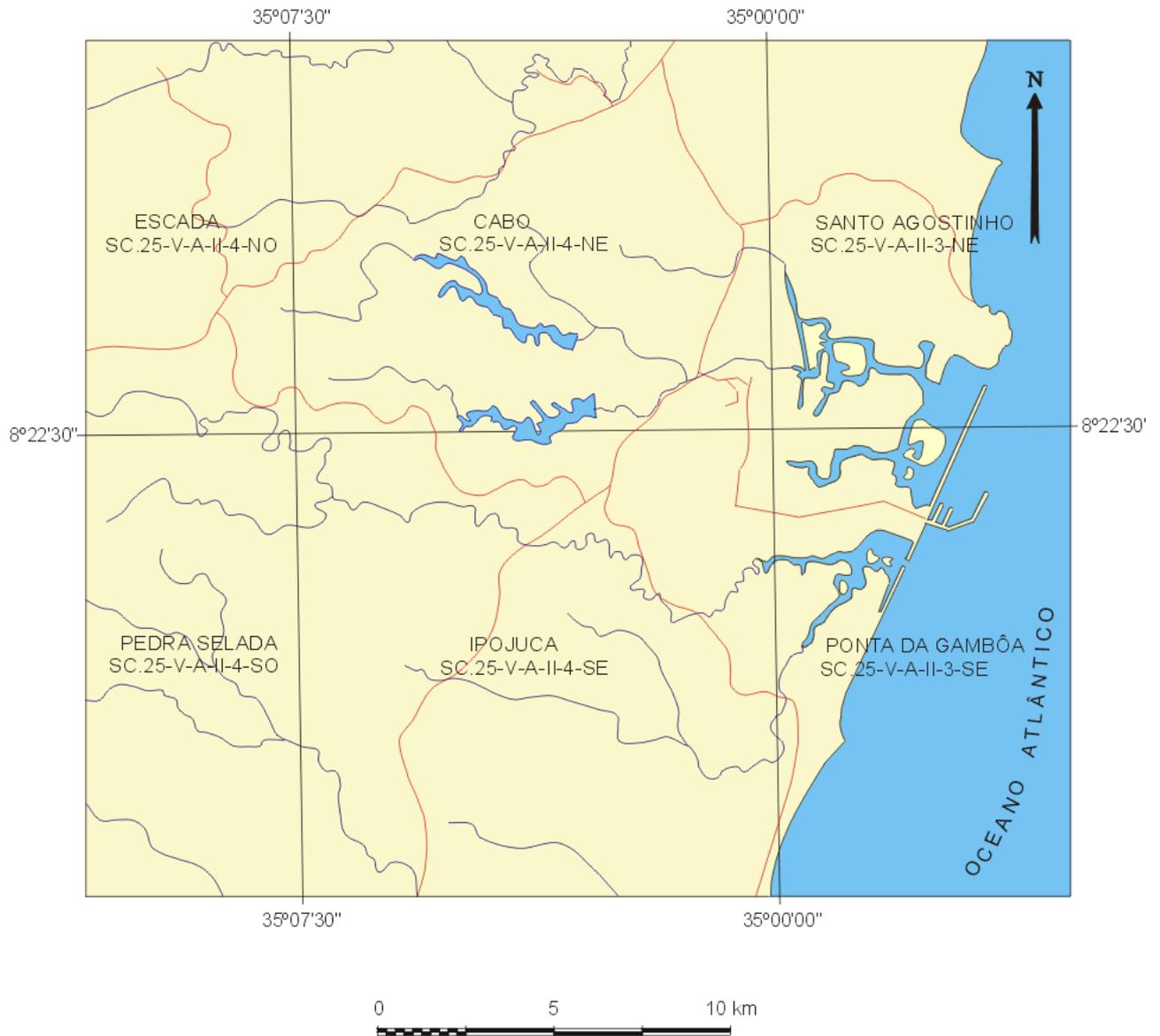
Dorador: Sergio Monteiro da Silva e Ilgeirra
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Vaz de Albuquerque

Rio Claro
1998

Anexo 7 - Mapa Base

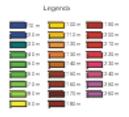
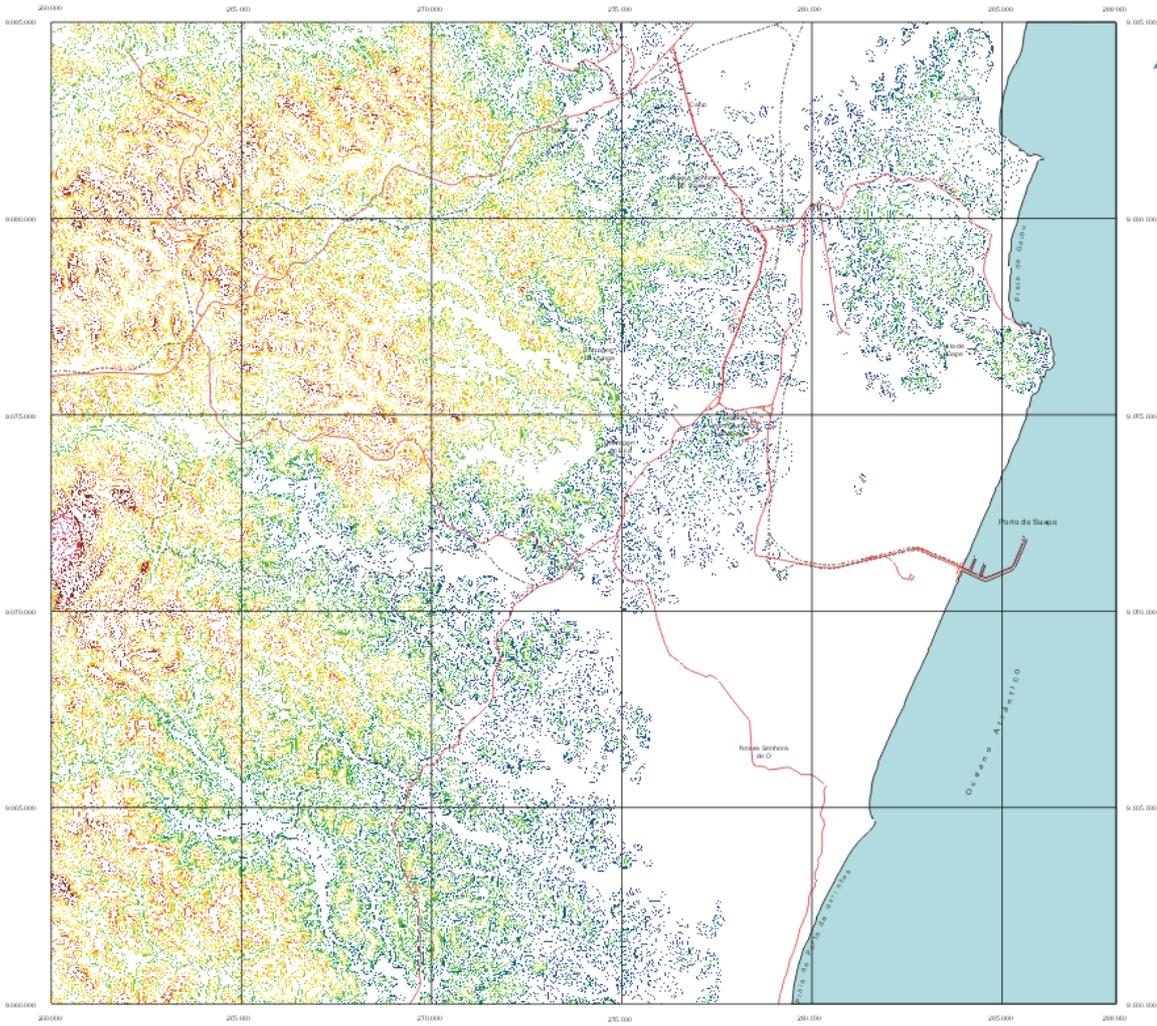


Desajustes mais freqüentes: (A) entidades com eixos deslocados e (B) entidades com limites deslocados.



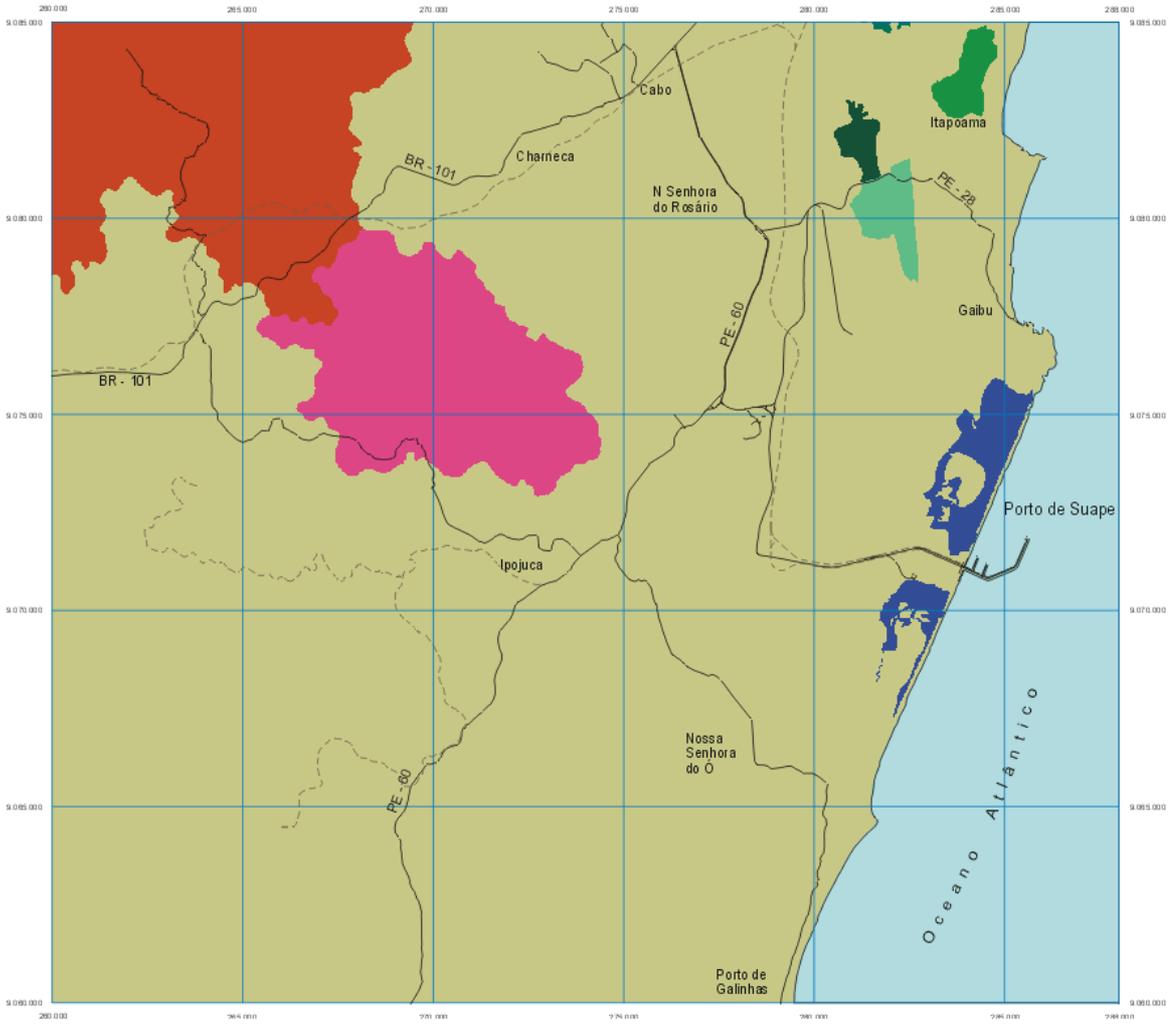
- Folha Escada - SUDENE (1974)
- Folha Cabo - DSG-3-DL (1985)
- Folha Santo Agostinho - SUDENE (1974)
- Folha Pedra Selada - SUDENE (1984)
- Folha Ipojuca - SUDENE (1984)
- Folha Ponta da Gamboa - SUDENE (1974)

Articulação das cartas topográficas (1:25.000).



Anexo1

Nome	Categoria	Sigla	Nível	Decreto de Criação	Localização	Área	Relevo	Vegetação	Situação Atual	Crterios de Preservação	Fonte
Mata Duas Lagoas	Reserva Ecológica	MDL	281	Lei 9.989 de 13/01/1987	Situa-se à margem esquerda da rodovia PE-26.	140,30 ha.	Relevo suavemente ondulado.	Remanescente da Mata Atlântica.	Com a implantação do Loteamento Enseada dos Corais, sua área foi reduzida a 140,30 ha. A área original totalizava 617,00 ha.	Refúgio de fauna e flora.	PERNAMBUCO (1987b).
Mata Camaçari	Reserva Ecológica	MC	282	Lei 9.989 de 13/01/1987	Situa-se próximo à praia de Itapoama.	223,30 ha.	Relevo suavemente ondulado.	Resquícios da Mata Atlântica.	Encontra-se ainda em bom estado de conservação, embora apresente sinais de desmatamento em sua periferia. Observa-se recomposição da vegetação em ritmo satisfatório nas áreas outrora desmatadas para extração de caulim.	Refúgio da fauna e flora.	PERNAMBUCO (1987b).
Mata Zumbi	Reserva Ecológica	MZ	283	Lei 9.989 de 13/01/1987	Situa-se à margem direita da rodovia PE-26.	292,40 ha.	Predomina relevo ondulado.	Remanescente da Mata Atlântica.	Com a implantação do Loteamento Enseada dos Corais, sua área foi reduzida a 204,25 ha. A área original totalizava 496,40 ha.	Refúgio da fauna e flora.	PERNAMBUCO (1987b).
Área de Proteção de Mananciais de Massangana	Área de Proteção de Mananciais	APMM	284		Situa-se na metade superior da bacia hidrográfica do rio Massangana.	3.498,69 ha.					PERNAMBUCO (1987b).
Área de Proteção de Mananciais de Pirapama	Área de Proteção de Mananciais	APMP	285		Abrange, na área estudada, as bacias hidrográficas dos rios Macacoos, Coruja e Travassos, além de parte das bacias dos rios Pirapama e Utinga.	5.066,66 ha.					PERNAMBUCO (1987b).
Área Estuarina Jaboatão-Pirapama	Área Estuarina	AEJP	286	Lei 9.931 de 11/12/1986	Situa-se no encontro dos rios Pirapama e Jaboatão.	1.284,00 ha.	Relevo plano.	Manguezal formado por mangle vermelho, mangle branco, mangle brotão e sirú.	Os rios Jaboatão e Pirapama são utilizados como desaguidores dos diversos tipos de poluentes industriais, destes apenas o vinho produzido pelas usinas de açúcar foi estudado.		PERNAMBUCO (1987b).



Legenda

- Oceano
- Costeira
- Estuários
- Mata das Lagoas
- Mata Camagari
- Mata Zimbi
- Área de Prot. Mananciais de Massangana
- Área de Prot. Mananciais de Pirapama
- Área Estuarina Jaboatão Pirapama



Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da projeção UTM "Equador e Meridiano 33W" G.R." A escala é constante 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Doroteado: Sérgio Mouriz e Sueli da Silva
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valentim Zaqueffe

Rio Claro
1998

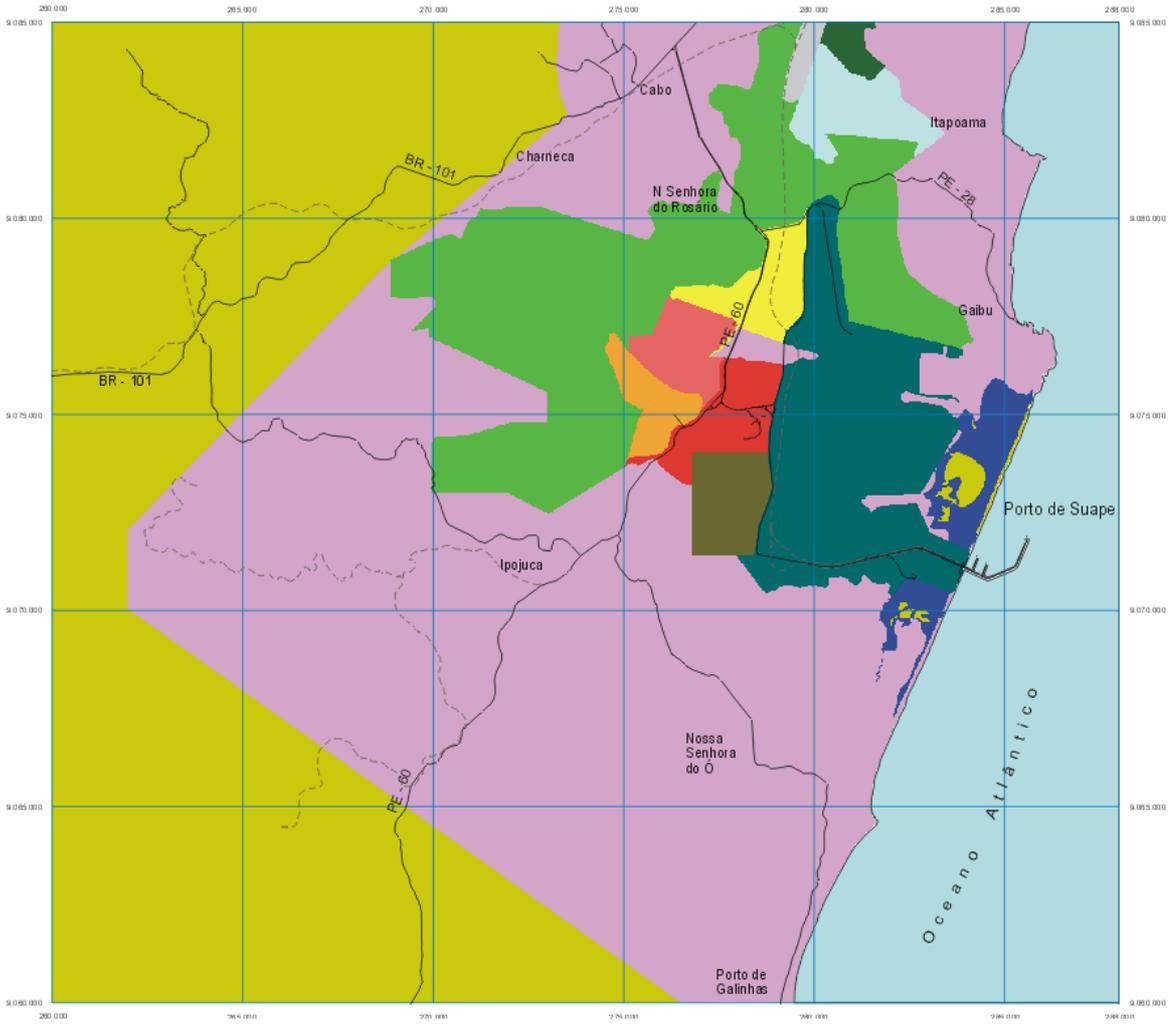
Anexo 8 - Carta das áreas de exclusão.

Anexo2

ID	Zona	Sigla	Nível	Área	Decreto	Finalidade	Restrições	Fonte
1	Zona de Preservação Ecológica	ZPEC	270	5.648,13 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Preservação dos valores culturais, incluindo-se os da comunidade que reside no local, restauração do Patrimônio Histórico e adaptação da área para visitação turística, preservando os valores ambientais existente.	Ficam proibidos os demais usos.	PERNAMBUCO (1983).
2	Zona Residencial 3D	ZR-3D	271	603,53 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Uso sujeito às adequações e restrições impostas pelos Regulamentos Municipais, Estaduais e Federais, além dos demais usos especificados no Plano Urbanístico da área.	Ficam proibidos os demais usos.	PERNAMBUCO (1983).
3	Zona Agrícola e Florestal 04	ZAF-04	272	150,06 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Destina-se predominantemente à atividade agropecuária e florestal, admitindo-se ainda os seguintes usos: Residências isoladas, agrovilas, unidades de ensino, posto meteorológico, indústrias e comércios ligados a atividades agropecuárias, exploração mineral, aeródromo, estação ferroviária, parque de triagem da RFFSA, parque de triagem rodoviário, aterro sanitário e estação de tratamento de esgoto.	Ficam proibidos os demais usos.	PERNAMBUCO (1983).
4	Zona Agrícola e Florestal 03	ZAF-03	274	219,33 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Destina-se predominantemente à atividade agropecuária e florestal, admitindo-se ainda os seguintes usos: Residências isoladas, agrovilas, unidades de ensino, posto meteorológico, indústrias e comércios ligados a atividades agropecuárias, exploração mineral, aeródromo, estação ferroviária, parque de triagem da RFFSA, parque de triagem rodoviário, aterro sanitário e estação de tratamento de esgoto.	Ficam proibidos os demais usos.	PERNAMBUCO (1983).

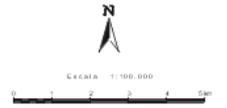
5	Zona Industrial Periférica 3	ZI-3	275	499,63 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Destina-se a instalação de indústrias periféricas, assim entendidas aquelas que não exigem como condição essencial a implantação na zona industrial portuária.	As indústrias que tiverem instalações coconsideradas perigosas deverão ser afastadas de um mínimo de 5,00 metros das divisas e cercadas com tela de características adequadas.	PERNAMBUCO (1983).
6	Zona Industrial Periférica 3A	ZI-3A	277	332,94 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Destina-se a instalação de indústrias periféricas, assim entendidas aquelas que não exigem como condição essencial a implantação na zona industrial portuária.	As indústrias que tiverem instalações coconsideradas perigosas deverão ser afastadas de um mínimo de 5,00 metros das divisas e cercadas com tela de características adequadas.	PERNAMBUCO (1983).
7	Zona Industrial Periférica 3B	ZI-3B	279	499,11 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Destina-se a instalação de indústrias periféricas, assim entendidas aquelas que não exigem como condição essencial a implantação na zona industrial portuária.	As indústrias que tiverem instalações coconsideradas perigosas deverão ser afastadas de um mínimo de 5,00 metros das divisas e cercadas com tela de características adequadas.	PERNAMBUCO (1983).
8	Zona Industrial Portuária 1	ZIP-1	278	3.160,78 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Destina-se a instalação de indústrias com dependência direta de transporte marítimo e que justifiquem técnica e economicamente o uso de terminais portuários especializados rudimentares de uso privativo e onde será considerada adequada, além do descrito, a utilização para: Industrias Complementares com nítida interdependência de outras que necessitem de maneira imediata de serviços portuários e instalações para grandes terminais de estocagem ou de serviços.	As indústrias que tiverem instalações coconsideradas perigosas deverão ser afastadas de um mínimo de 5,00 metros das divisas e cercadas com tela de características adequadas.	PERNAMBUCO (1983).

9	Zona Central Administrativa	ZCA	280	536,30 ha.	Decreto Estadual 8.447 de 02/03/83	Destina-se a sede da Administração da Empresa SUAPE, e onde serão consideradas adequadas as instalações previstas no Plano Urbanístico da Zona Administrativa, bem como, campos de futebol, e outros esportes praticados ao ar livre, além de posto meteorológico.	Ficam proibidos os demais usos.	PERNAMBUCO (1983).
---	-----------------------------	-----	-----	------------	------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------



Legenda

- Oceano
- Costeira
- Zona de Preservação Ecológica Central
- Zona Agrícola e Florestal-D4
- Zona Agrícola e Florestal-D3
- Zona de Processamento de Exportação
- Zona Industrial Portuária
- Zona Central Administrativa
- Estuários
- Área do Projeto SUAPE
- Zona Residencial-3D
- Parque de Triagem Ferroviário
- Zona Industrial Petrólica-3
- Zona Industrial Petrólica-3A
- Zona Industrial Petrólica-3B

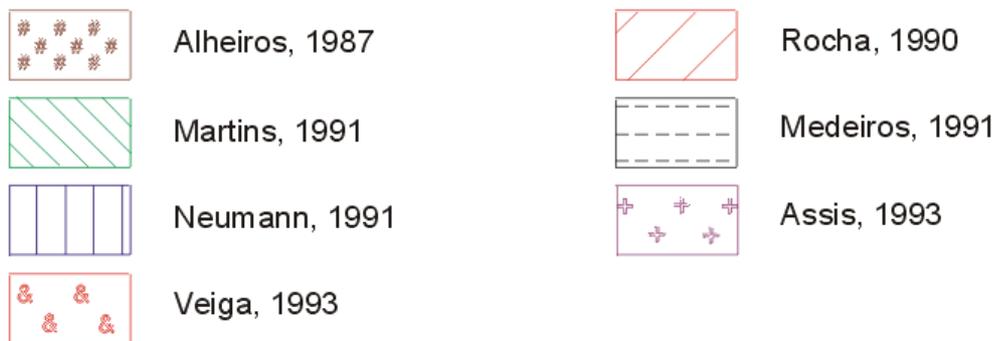
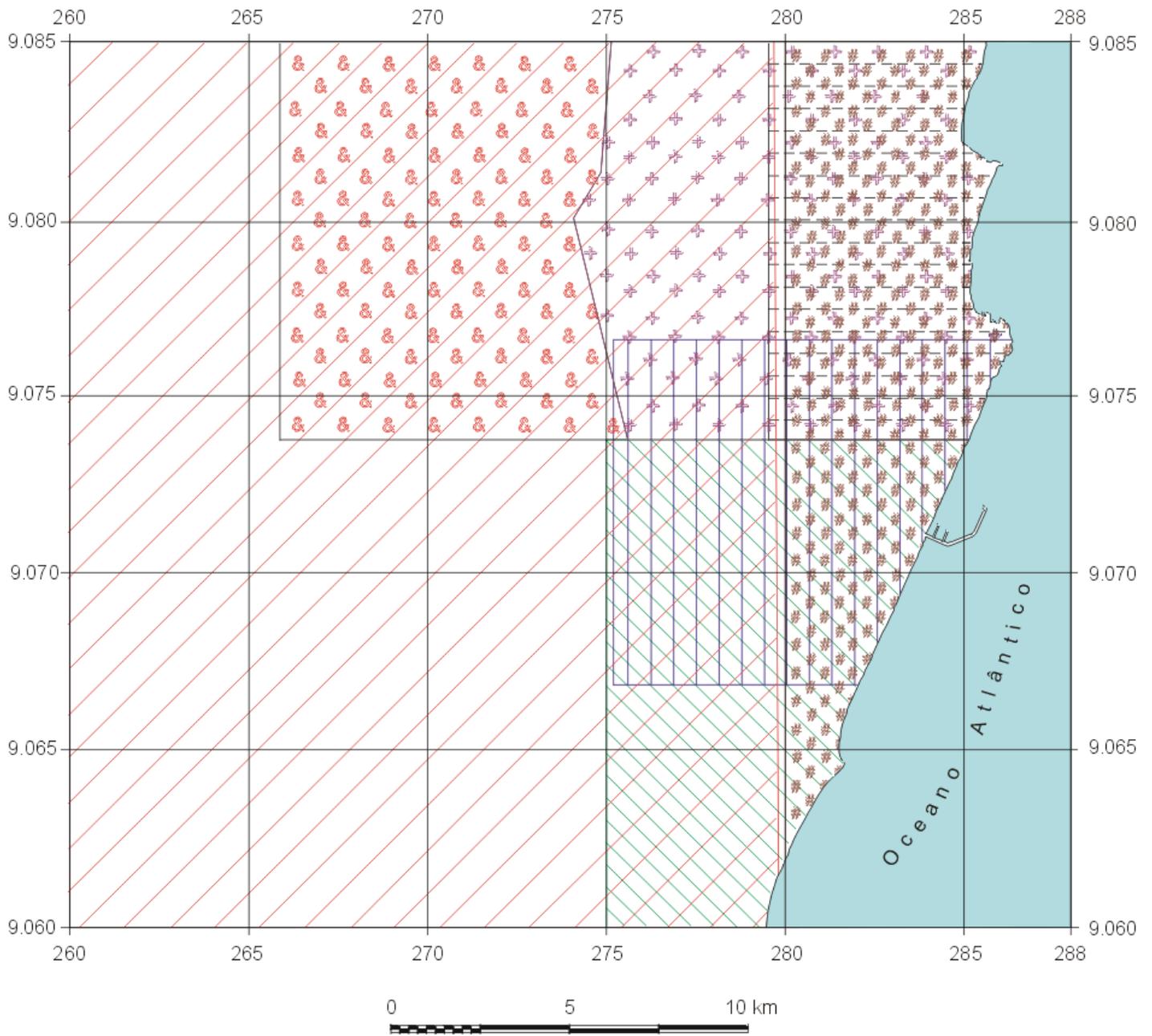


Base planimétrica e tabulada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 33°W G.R. A escala é constante 10.000 km e 500 km, respectivamente.

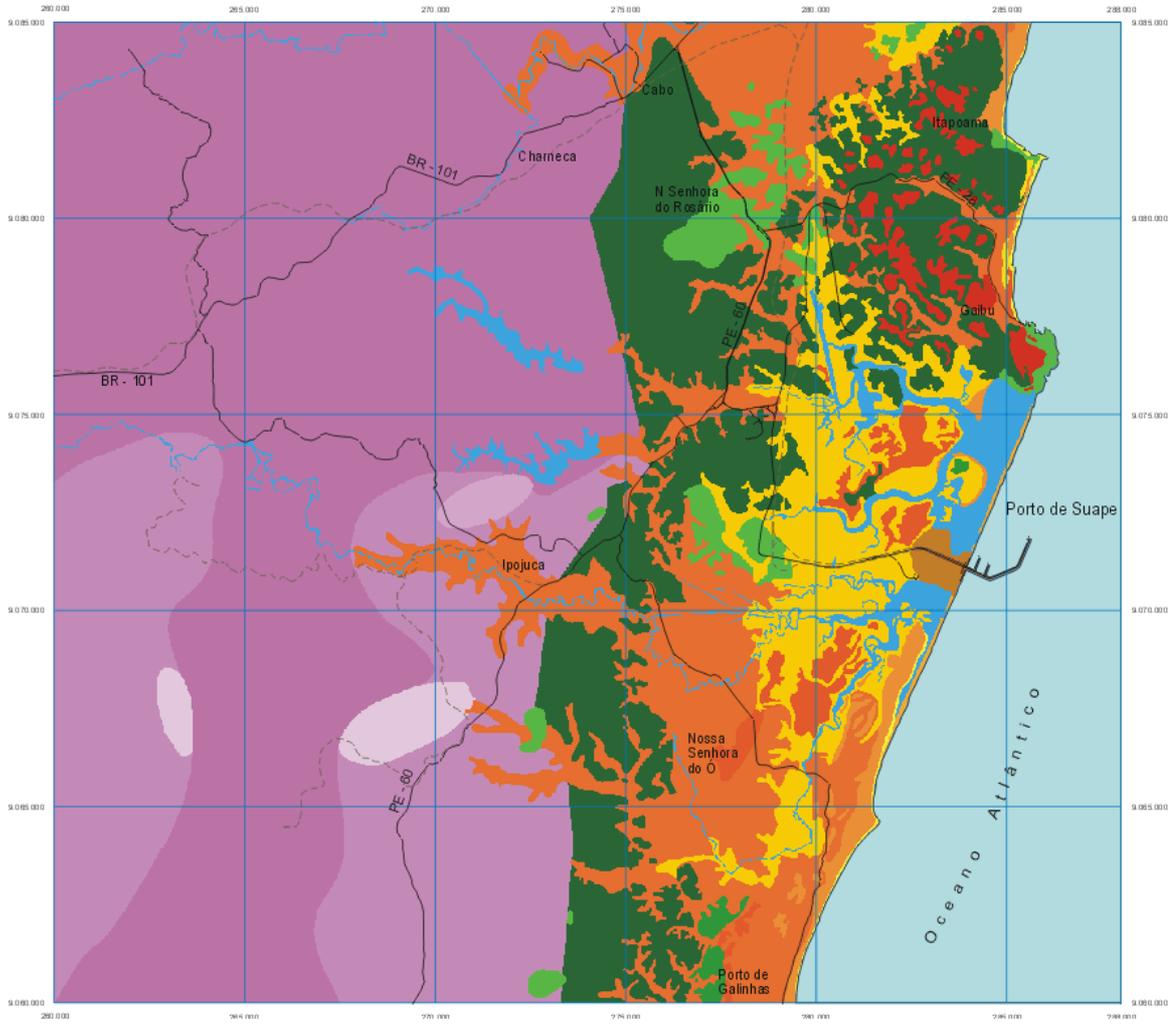
Dois autores: Sérgio Moura e Zaira Saúl e Zaira
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valentin Zaqueide

Rio Claro
1998

Anexo 9 - Plano Diretor de Suape.



Articulação dos mapeamentos geológicos compilados.



- Drenagens
- Aterro
- Sedimentos de Praia - Op
- Depósitos Eólicos - Od
- Sedimentos de Margem - Om
- "Beach Rocks" - Or
- Terrços Marinhos Holocênicos - Omh
- Sedimentos Flúvio-Lagunares - Odf
- Terrços Marinhos Pleistocênicos - Omp
- Formação Barreiras - TOB
- Traços, Basaltos e Tufos - Tu
- Granito Sub-Volcânico - Klg
- Formação Estiva - Ke
- Formação Cabo - Kc
- Quartzito - Psg3J
- Leogranito - Psg3I
- Biotita Granito - Psg3F
- Ortogneiss - Aog1

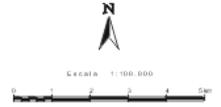
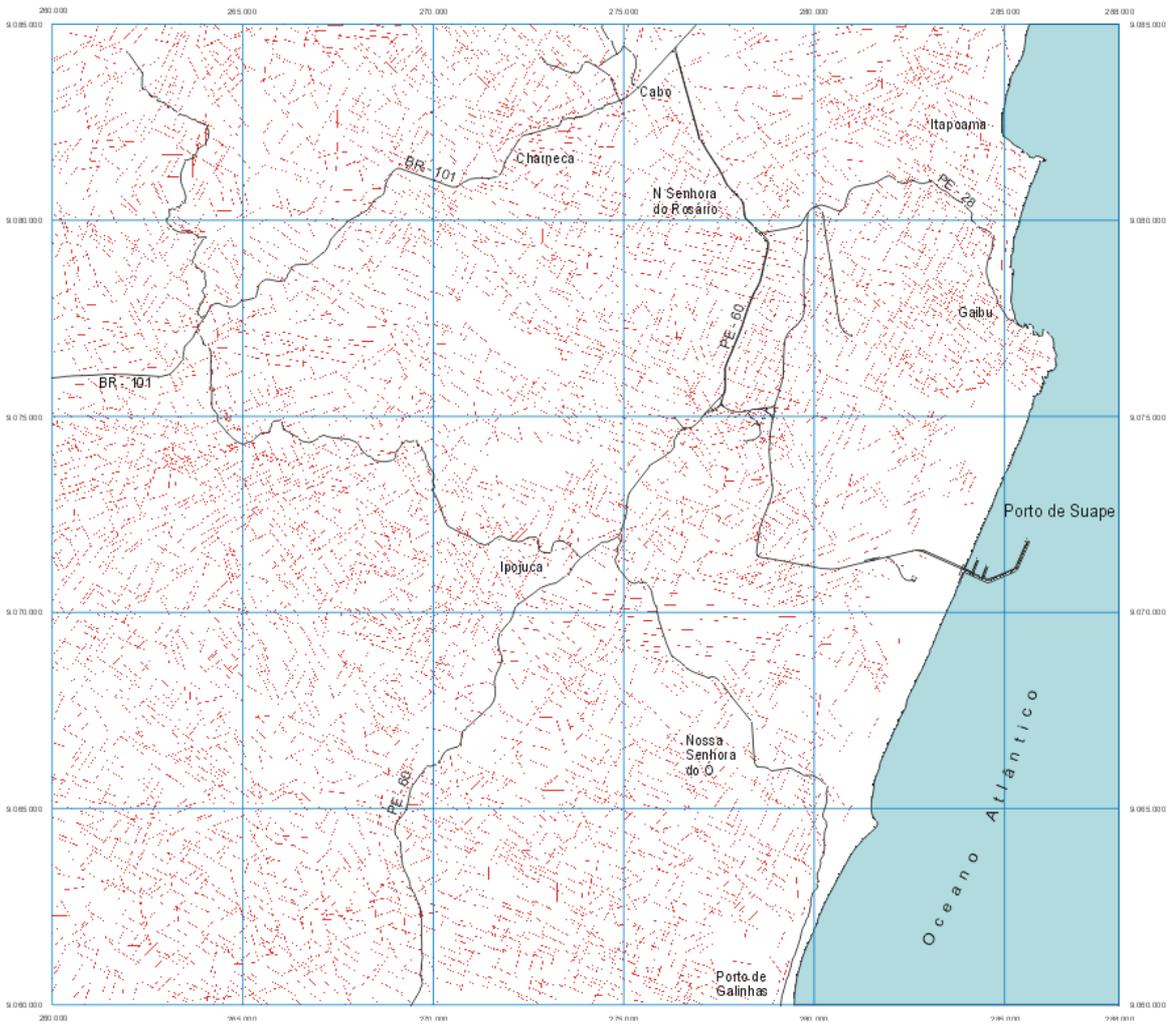


Base planimétrica e tabuada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 33 "WGR". As coordenadas cartesianas 10.000km e 500km, respectivamente.

Dormentido: Sérgio Moura e Zaira Saito e Terra
Orietador: Prof. Dr. Lázaro Valente Zaqueite

Rio Claro
1998

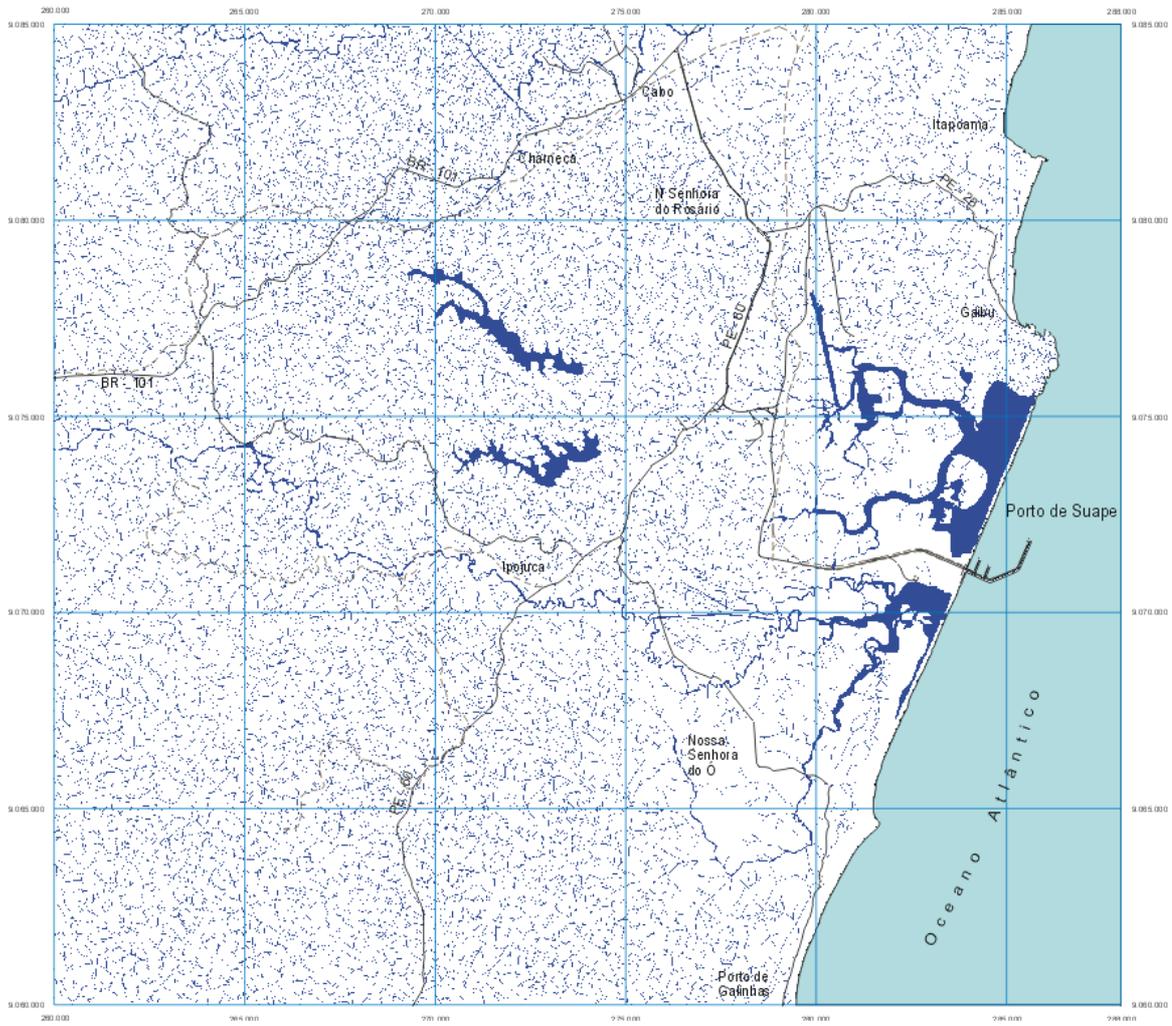
Anexo 10 - Mapa Geológico Compilado.



Base planimétrica e laborada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo São Jorge, Ipojuca, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Camba. O tipo de projeção é UTM - Equador Meridiano 33° W.G.R. As coordenadas são em metros: 10.000m e 500km, respectivamente.

Desenho do: Sérgio Moura e Zaira Saito e IG-terma
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valetim Zaque

Rio Claro
1998

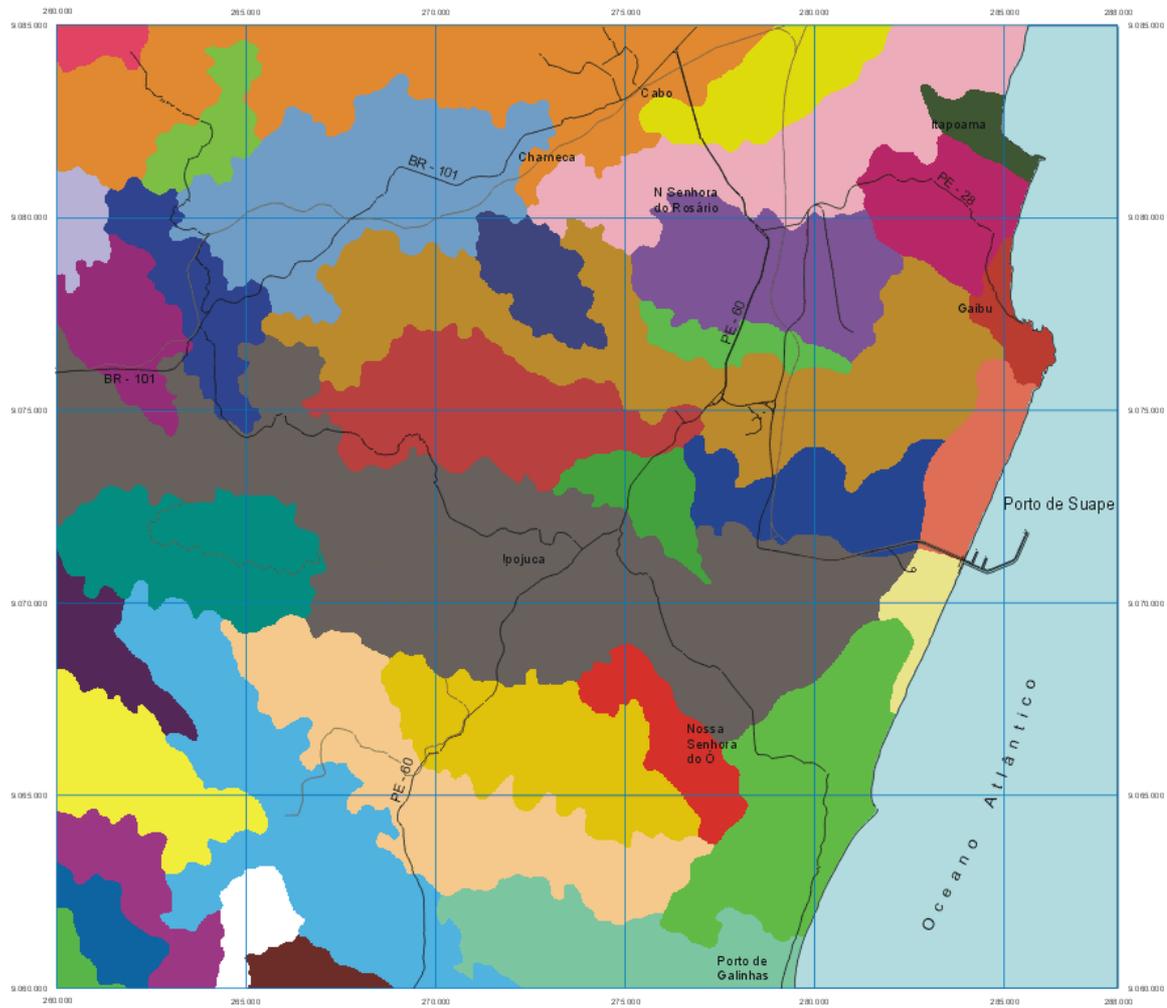


Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Selada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 33° W.G.R." A coordenadas cartesianas 10.000km e 500km, respectivamente.

Dormentado: Sérgio Mouton e Saulo da Silveira
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valentin Zaque

Rio Claro
1998

Anexo 12 - Mapa de Drenagem Detalhada.



Legenda

- | | |
|----------------|---------------|
| Maracajé | Utiga |
| Meipe | Pilapama |
| Tapeira | Triassico |
| Casvoas | Miocenos |
| Tatoca | Armação |
| Caçangá | Água Verde |
| Estuário S1 | Coruja |
| Estuário Norte | Piedade |
| Costeiras 1 | Ipajuca |
| Arombas | Arubi |
| Costeiras 2 | Galbu |
| Massagana | Semeão |
| Poma | Santa Clara |
| Agodoak | Aratagi |
| Santa Amélia | Diamante |
| Cedro | Taperiçá |
| Tabatuga | Sibio do Meio |
| Utiga de Baixo | Galbu |

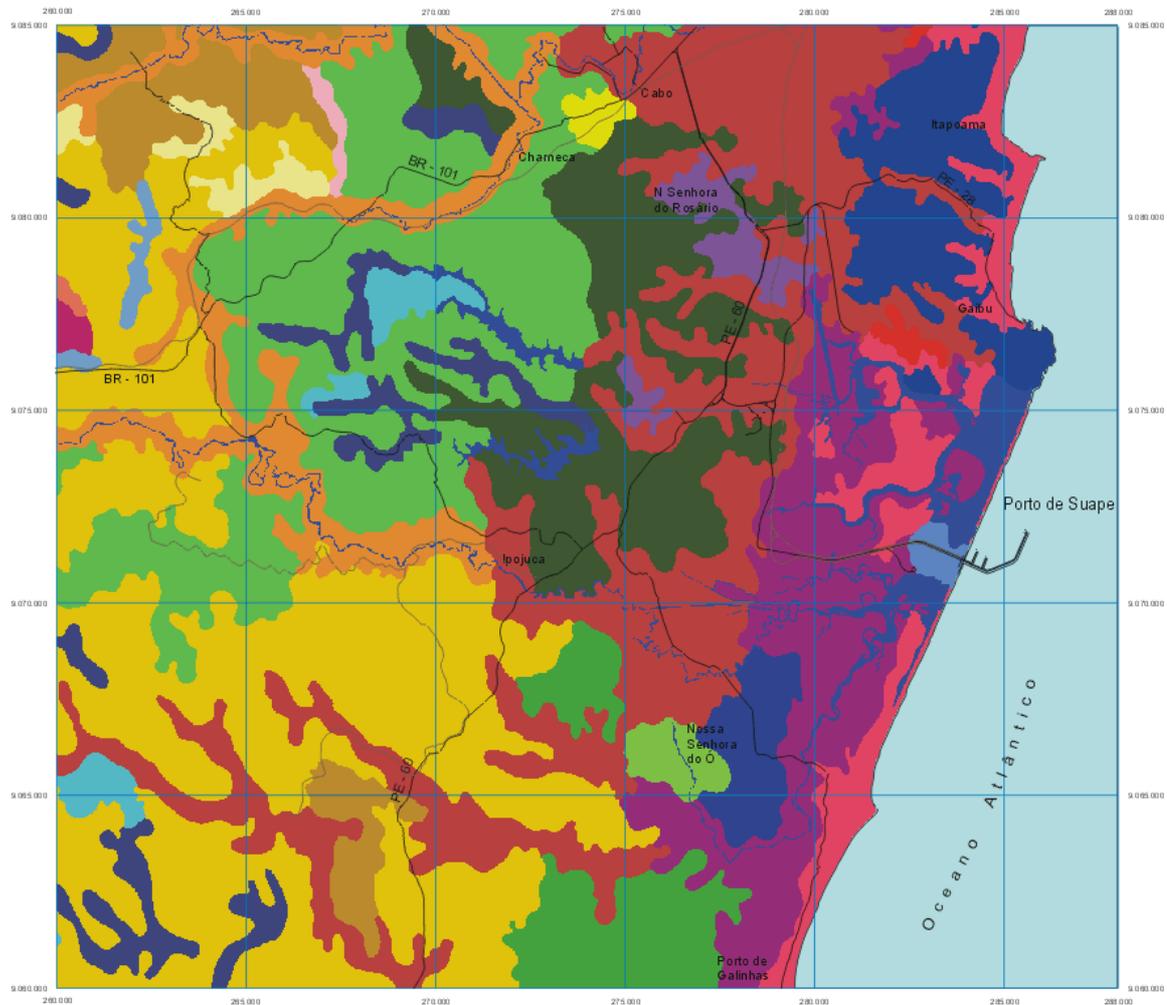


Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipajuca e Porto da Gamboa. Origem da quilometragem UTM: Equador, Meridiano 33°W.G.R. As coordenadas cartográficas: 10.000km e 500km, respectivamente.

Desenvolvido: Sergio Monteiro da Silva e Ilgeirra
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valsechi Ziqette

Rio Claro
1998

Anexo 13 - Mapa de Bacias Hidrográficas.



Legenda

- | | |
|---------------------|------------------------|
| Oceano | Podzólico Verm-Am 18 |
| Brezagem | Terra Roxa |
| Alerto | Gleissolo 1 |
| Latossolo Amarelo 2 | Gleissolo 2 |
| Latossolo Amarelo 3 | Gleissolo 3 |
| Podzólico Amarelo 1 | Gleissolo 4 |
| Podzólico Amarelo 2 | Gleissolo 5 |
| Podzólico Amarelo 4 | Gleissolo 9 |
| Podzólico Amarelo 5 | Arenas Quartz |
| Podzólico Amarelo 8 | Arenas Quartz Marinhas |
| Podzólico Verm-Am 4 | Podzol |
| Podzólico Verm-Am 6 | Sedimentos de Mangue |
| Podzólico Verm-Am 8 | |



Base planimétrica elaborada através da digitalização das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipajuca e Porto da Galinha. Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 33°W.G.R. As distâncias constantes 10.000km e 500km, respectivamente.

Doroteado: Sérgio Monteiro da Silva e Ilgeirra
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Vilela Ziqette

Rio Claro
1998

Anexo 14 - Mapa Pedológico.

Anexo4

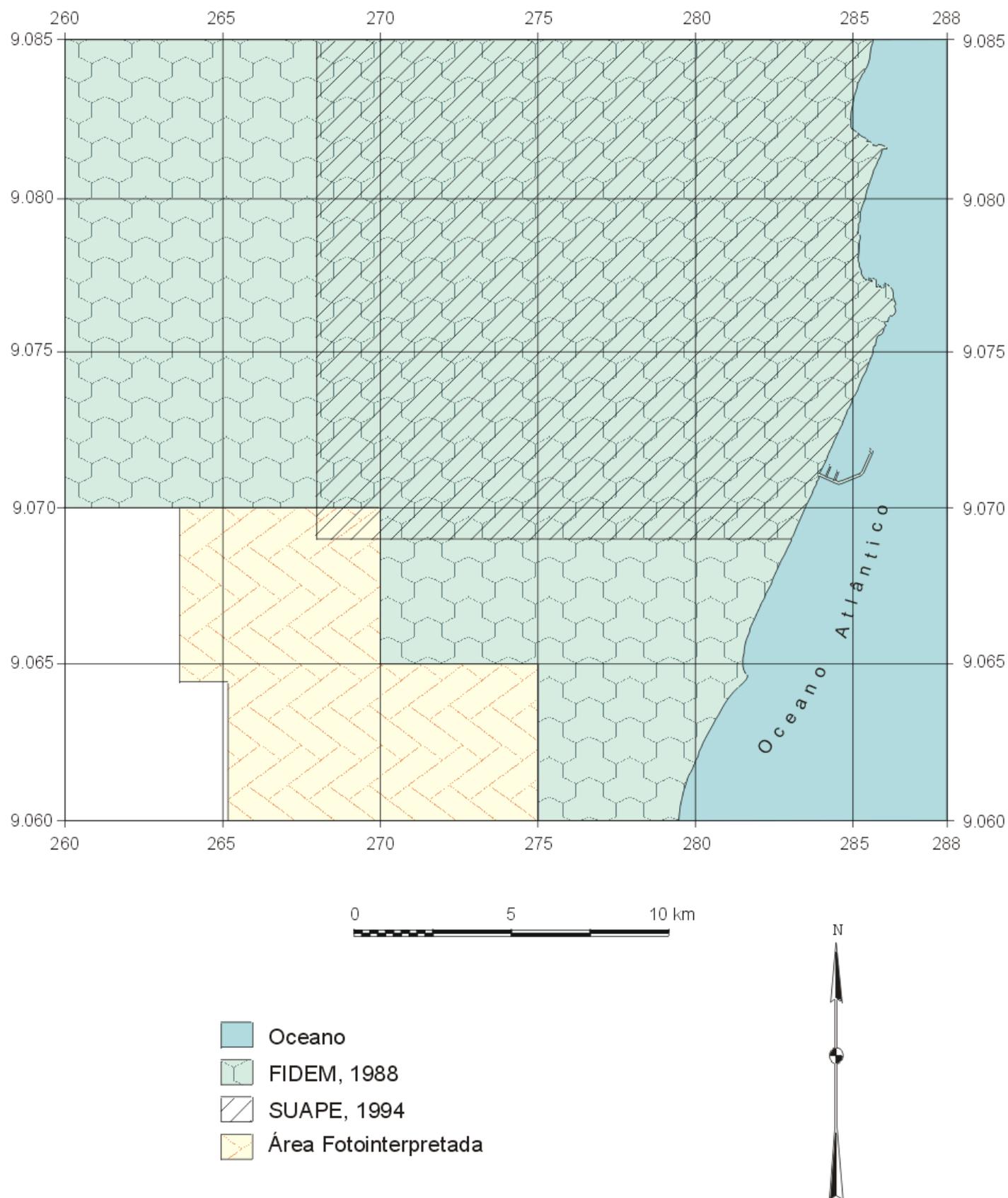
Código	Nível	Classe	Tipo	Sigla	Solo predominante	Solo secundário	Solo terciário	Fonte
1	326	Latossolo Amarelo	Latossolo Amarelo 2	LA2	40% de latossolo amarelo distrófico, álico, textura argilosa a muito argilosa, relevo ondulado a suavemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	30% de podzólico amarelo laterítico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado a fortemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	30% de podzólico amarelo distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado a fortemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	EMBRAPA (no prelo).
2	328	Podzólico Amarelo	Podzólico Amarelo 1	PA1	70% de podzólico amarelo distrófico, atividade baixa, textura média a média argilosa, relevo ondulado a suavemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	30% de latossolo amarelo distrófico, textura média, relevo plano e suavemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.		EMBRAPA (no prelo).
3	329	Podzólico Amarelo	Podzólico Amarelo 2	PA2	60% de podzólico amarelo distrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura média e arenosa média, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	40% de podzólico vermelho-amarelo distrófico, atividade baixa, textura média e média argilosa, relevo ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.		EMBRAPA (no prelo).
4	330	Podzólico Amarelo	Podzólico Amarelo 4	PA4	40% de podzólico amarelo distrófico e eutrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	30% de podzólico vermelho amarelo distrófico e eutrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	30% de podzólico acinzentado distrófico e eutrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura argilosa média, média argilosa, relevo suavemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	EMBRAPA (no prelo).

5	332	Podzólico Amarelo	Podzólico Amarelo 8	PA8	45% de podzólico amarelo distrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura média e média argilosa, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	35% de podzólico vermelho-amarelo distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	20% de podzólico vermelho-escuro distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	EMBRAPA (no prelo).
6	334	Podzólico Vermelho-Amarelo	Podzólico Vermelho-Amarelo 6	PV6	45% de podzólico vermelho-amarelo distrófico, atividade baixa, textura média e média argilosa, relevo ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	35% de podzólico vermelho-amarelo distrófico, atividade alta, textura argilosa, relevo ondulado e fortemente ondulado, raso e não raso, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	20% de cambissolo distrófico, atividade baixa e alta, textura argilosa, relevo ondulado e fortemente ondulado, raso e não raso, substrato traquítico, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	EMBRAPA (no prelo).
7	335	Podzólico Vermelho-Amarelo	Podzólico Vermelho-Amarelo 8	PV8	50% de podzólico vermelho-amarelo distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado e fortemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	30% de podzólico vermelho-amarelo latossólico distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado e fortemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	20% de podzólico vermelho-escuro distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado e fortemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	EMBRAPA (no prelo).
8	336	Podzólico Vermelho-Amarelo	Podzólico Vermelho-Amarelo 18	PV18	50% de podzólico vermelho-amarelo distrófico, textura média argilosa, relevo ondulado, raso e não raso, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	25% de litólico distrófico, textura média, relevo ondulado e fortemente ondulado, substrato granítico e/ou gnáissico, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	25% de cambissolo distrófico, atividade baixa, textura argilosa, relevo fortemente ondulado, raso e não raso, substrato granítico e/ou gnáissico, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	EMBRAPA (no prelo).
9	337	Terra Roxa	Terra Roxa	TR	100% de terra roxa estruturada distrófica, atividade baixa, textura argilosa, relevo ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.			EMBRAPA (no prelo).

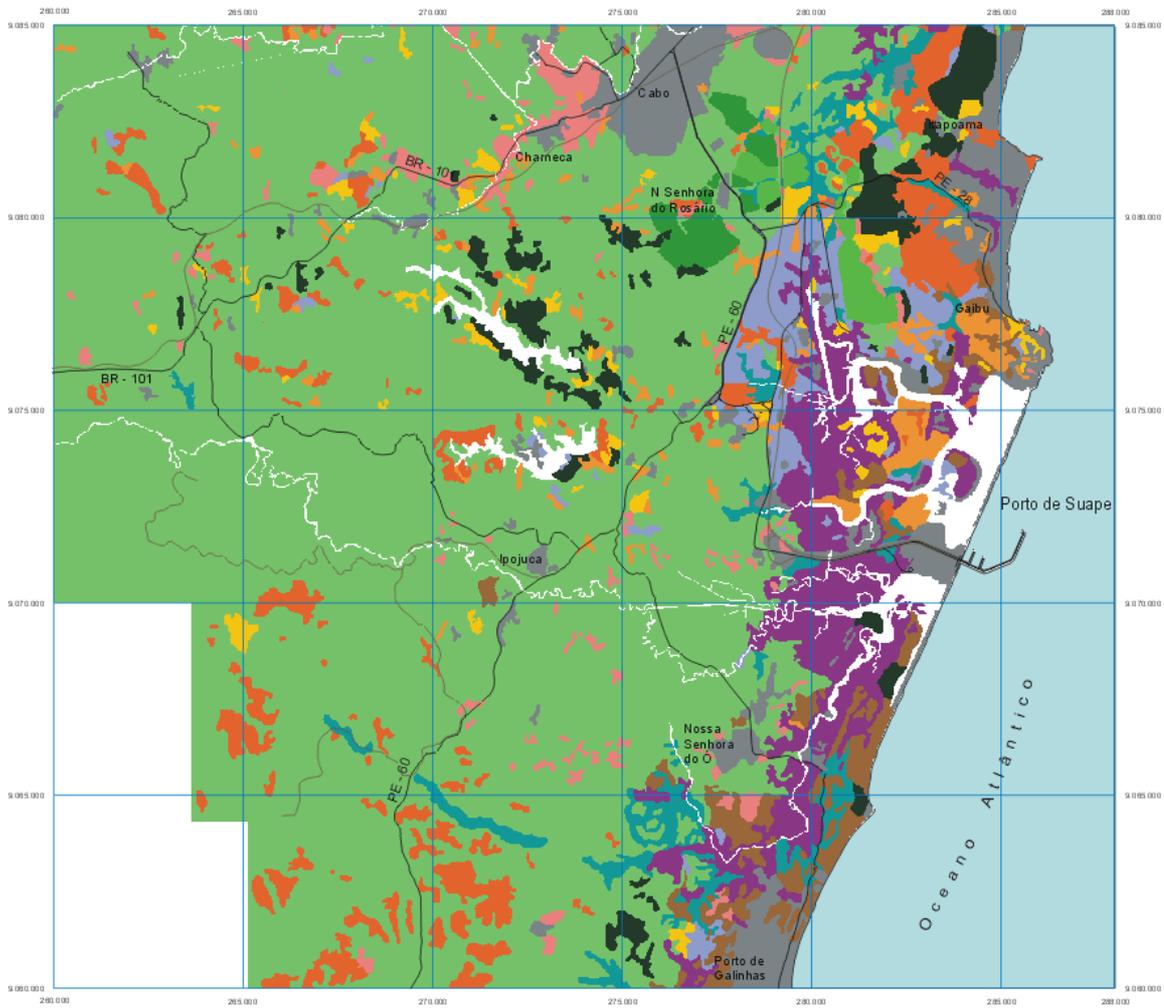
10	340	Gleissolo	Gleissolo 3	GL3	50% de gleissolo distrófico, atividade alta e baixa, relevo plano, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta perenifólia de várzea.	30% de solos aluviais distróficos, gleicos e não gleicos, atividade alta e baixa, textura média e argilosa, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta perenifólia de várzea.	20% de cambissolo distrófico, atividade alta e baixa, textura argilosa, relevo plano, substrato sedimentar, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta perenifólia de várzea.	EMBRAPA (no prelo).
11	341	Gleissolo	Gleissolo 4	GL4	45% de gleissolo distrófico e eutrófico, atividade baixa, textura argilosa, relevo plano e suavemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta perenifólia e subperenifólia de várzea.	35% de podzólico amarelo distrófico e eutrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta perenifólia e subperenifólia de várzea.	30% de podzólico acinzentado distrófico e eutrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura argilosa média e média argilosa, relevo suavemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta perenifólia e subperenifólia de várzea.	EMBRAPA (no prelo).
12	342	Gleissolo	Gleissolo 5	GL5	45% de gleissolo distrófico e eutrófico, textura argilosa, relevo plano e suavemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta perenifólia de várzea.	30% de podzólico acinzentado distrófico e eutrófico, plíntico e não plíntico, textura argilosa média e/ou argilosa e média argilosa, relevo plano, horizonte A moderado, fase floresta perenifólia de várzea.	25% de solos aluviais distróficos e eutróficos, gleicos e não gleicos, textura argilosa e média, relevo plano, horizonte A moderado, fase floresta perenifólia de várzea.	EMBRAPA (no prelo).
13	343	Gleissolo	Gleissolo 9	GL9	40% de gleissolo distrófico e eutrófico, atividade baixa, textura argilosa, relevo plano e suavemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	30% de solos aluviais distróficos e eutróficos, gleicos e não gleicos, atividade baixa, textura média e argilosa, relevo plano e suavemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia de várzea.	30% de podzólico amarelo distrófico e eutrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	EMBRAPA (no prelo).
14	344	Areias Quatzosas	Areias Quatzosas	AQ	100% de areias quatzosas distróficas, relevo plano, horizonte A fraco, fase floresta perenifólia de restinga.			EMBRAPA (no prelo).

15	345	Areias Quartzosas Marinhas	Areias Quartzosas Marinhas	AM	60% de areias marinhas distróficas, relevo plano, fase campo de restinga e fase floresta perenifólia de restinga.	40% de podzólico distrófico, relevo plano, fase campo de restinga e fase floresta perenifólia de restinga.		EMBRAPA (no prelo).
16	346	Podzol	Podzol	PD1	100% de podzol hidromófico, textura média, relevo plano, fase floresta perenifólia de restinga e fase de campo de restinga.			EMBRAPA (no prelo).
17	347	Podzol	Solos de Mangue	SM	100% de solos indiscriminados de mangue, textura indiscriminada, fase relevo plano.			EMBRAPA (no prelo).
18	325	Aterro	Aterro	AT	Aterro formado por areias quartzosas marinhas compactadas mecanicamente.			
19	327	Latossolo Amarelo	Latossolo Amarelo 3	LA3	50% de latossolo amarelo distrófico, álico, textura argilosa, relevo suavemente ondulado e ondulado, horizonte A moderado, erodido a moderadamente erodido, fase floresta subperenifólia.	50% de podzólico amarelo distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado, horizonte A moderado, erodido a moderadamente erodido, fase floresta subperenifólia.		EMBRAPA (no prelo).
20	331	Podzólico Amarelo	Podzólico Amarelo 5	PA5	40% de podzólico amarelo distrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura média a média argilosa, relevo suavemente ondulado, horizonte A moderado a proeminente, fase floresta subperenifólia.	30% de podzólico acinzentado distrófico, plíntico e não plíntico, atividade baixa, textura argilosa média, argilosa e média argilosa, relevo suavemente ondulado, horizonte A moderado e proeminente, fase floresta subperenifólia.	30% de gleissolo distrófico e eutrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo plano e suavemente ondulado, horizonte A moderado a proeminente, fase floresta subperenifólia de várzea.	EMBRAPA (no prelo).
21	333	Podzólico Vermelho-Amarelo	Podzólico Vermelho-Amarelo 4	PV4	65% de podzólico vermelho-amarelo distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado e fortemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.	35% de podzólico amarelo distrófico, atividade baixa, textura média argilosa, relevo ondulado e fortemente ondulado, horizonte A moderado, fase floresta subperenifólia.		EMBRAPA (no prelo).

22	338	Gleissolo	Gleissolo 1	GL1	100% de gleissolo distrófico e eutrófico, atividade baixa, textura média e argilosa, relevo plano e suavemente ondulado, fase floresta perenifófia de várzea.			EMBRAPA (no prelo).
23	339	Gleissolo	Gleissolo 2	GL2	60% de gleissolo distrófico, atividade baixa e alta, textura argilosa, relevo plano, horizonte A moderado, fase floresta perenifófia de várzea.	40% de solos aluviais distróficos, atividade baixa e alta, textura média e argilosa, relevo plano, horizonte A moderado, floresta perenifófia de várzea.		EMBRAPA (no prelo).



Articulação dos Mapeamentos fitológicos compilados.



Legenda

- Oceano
- Drenagem
- Mata Atlântica - MT
- Capoeira - CP
- Capoeira Deixa - CPD
- Capoeira Rala - CPR
- Vegetação Arbustiva - VA
- Vegetação Hidrófila - VH
- Manguezal - MG
- Casual - CA
- Citricas - CL
- Reflorestamento 1
- Reflorestamento 2
- Reflorestamento 3
- Sem Vegetação
- Cocqueiral



Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Porto da Gamboa. Origem da projeção UTM "Equador Meridiano 33°W.G.R." A precisão das coordenadas é 10.000km e 500km, respectivamente.

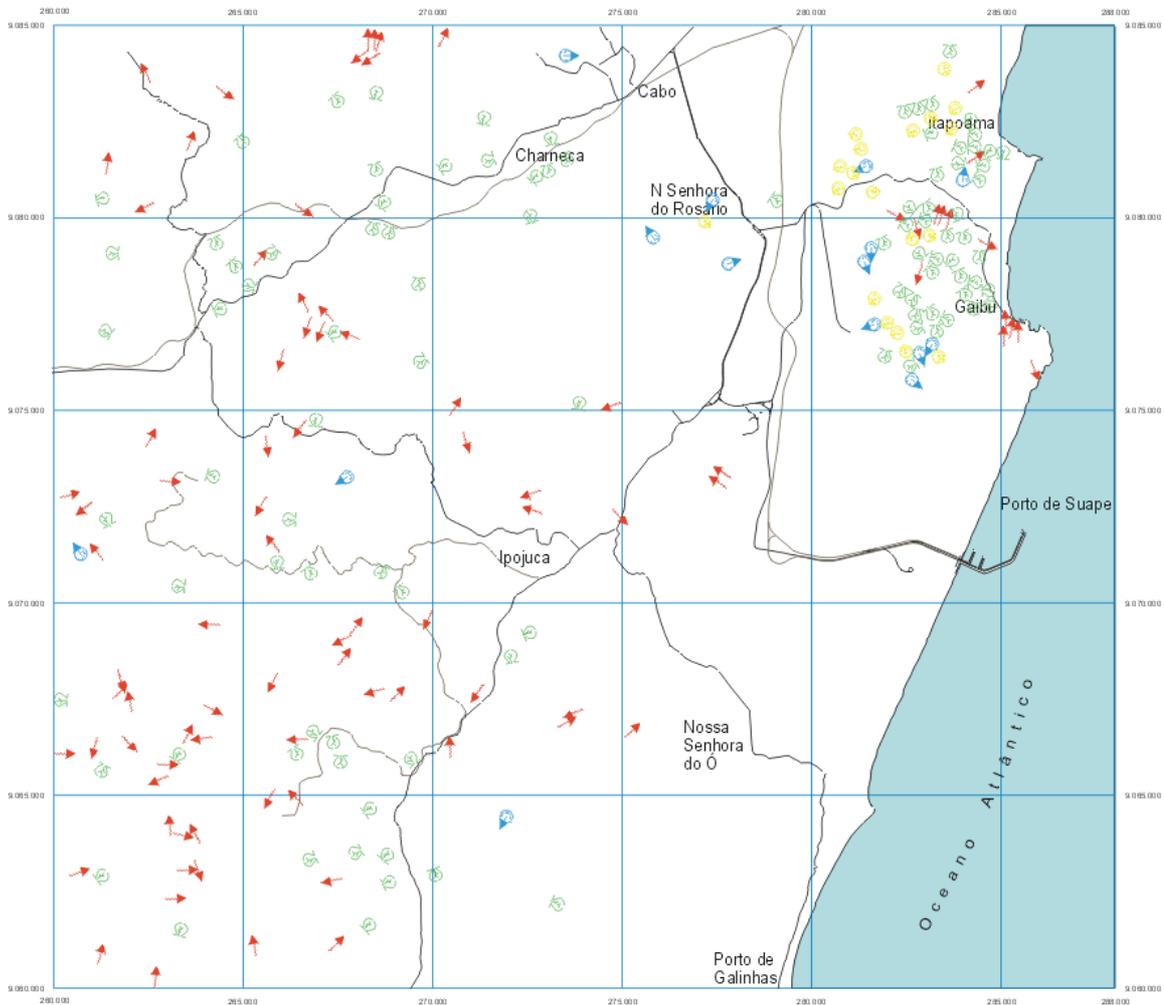
Doroteado: Sérgio Monteiro da Silva e Igor
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valsechi Ziqette

Rio Claro
1998

Anexo5

Código	Entidade	Sigla	Nível	Espécies	Fonte
1	Mata Atlântica	MT	350	Visgueiro (<i>Parkia pendula</i>), mananjuba (<i>Slonga obtusifolia</i>), manguba (<i>Pseudobombax</i> sp.), vinhático (<i>Platymenia reticulata</i>), angelim (<i>Andira nítida</i>), sucupira (<i>Bowdichia virgiloides</i>), cedro (<i>Cedrela</i> sp.), maçaranduba (<i>Manilkara salzmanni</i>), jequitibá (<i>Cariniana brasiliensis</i>), pororoca (<i>Clusia nemorosa</i>), ingazeiro (<i>Inga subnuda</i>), frei Jorge (<i>Cordia trichotoma</i>), pau-pombo (<i>Tapirira guianensis</i>), sapucaia (<i>Lecythis pisonis</i>) e urucuba (<i>Virola gardneri</i>), dentre outros.	ANDRADE-LIMA & COSTA (1978) e ANDRADE & LINS (1984).
2	Capoeira	CP	351	Mangabeira (<i>Hancornia spenciosa</i>), lixeira (<i>Curatella americana</i>), imbaúbas (<i>Cecropia</i> sp.), pitombeira (<i>Talisia esculenta</i>), aroeira de praia (<i>Schinus terebinthifolius</i>), araçá (<i>Psidium guianensis</i>), ingá (<i>Inga fagifolia</i>) e genipapo (<i>Genipa americana</i>), dentre outras.	ANDRADE-LIMA & COSTA (1978) e ANDRADE & LINS (1984).
3	Capoeirinha Densa	CPD	352		
4	Capoeirinha Rala	CPR	353		
5	Vegetação Arbustiva	VA	354		
6	Vegetação Hidrófila	VH	355	Aninga (<i>Montrichardia linifera</i>), junco (<i>Eleocharis interstincta</i>), paquevira (<i>Heliconia psitacorum</i>), mal-me-quer (<i>Wedelia paludosa</i>), bulandi (<i>Symphonia globulifera</i>) e jaqueira-d'água (<i>Richeria grandis</i>).	ANDRADE-LIMA & COSTA (1978) e ANDRADE & LINS (1984).
7	Manguezal	MG	356	Mangue-gaiteiro (<i>Rhizophora mangle</i>), mangue-vermelho (<i>Rhizophora mangle</i> L.), mangue-branco (<i>Laguncularia racemosa</i>), mangue-canoé ou Siriúba (<i>Avicenia schaueriana</i>), mangue-língua-de vaca (<i>Avicenia germinans</i>) e mangue-ratinho ou de-botão (<i>Canocarpus erectus</i>).	ANDRADE-LIMA & COSTA (1978) e ANDRADE & LINS (1984).
8	Canavial	CA	357	Cana-de-açúcar.	
9	Culturas	CL	358	Mangueiras (<i>Mangifera indica</i>), jaqueira (<i>Artocarpus heterophylla</i>), frutapãozeiro (<i>Artocarpus altilis</i>), jambeiro-do-pará (<i>Syzgium malaccensis</i>), pitombeira (<i>Talisia esculenta</i>), bananeira (<i>Musa sapientum</i>), caramboleira (<i>Averrhoa carambola</i>), cajazeira (<i>Spondias mombin</i>), ouricuri (<i>Syagrus coronata</i>), palmeira-de-lata (<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>) e azeitoneira (<i>Syzygium jambolanum</i>), macaxeira (<i>Manihot esculenta</i>), abacaxi (<i>Ananas comosus</i>) e araruta (<i>Maranta arundinacea</i>), dentre outros.	ANDRADE-LIMA & COSTA (1978) e ANDRADE & LINS (1984).
10	Reflorestamento 1	RF1	359	30.000 mudas de mangueira (<i>Mangifera indica</i>).	PERNAMBUCO (1994a)
11	Reflorestamento 2	RF2	360	13.000 mudas de mangueira (<i>Mangifera indica</i>).	PERNAMBUCO (1994a)
12	Reflorestamento 3	RF3	361	17.000 mudas de cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>).	PERNAMBUCO (1994a)
13	Sem Vegetação	SV	362		

14	Coqueiral	CQ	363	Predomina o cultivo de coqueiros (Cocos nicifera), entretanto restam testemunhos de feijão-de-rosário (Sophora tomentosa) e giritana-de-praia (Ipomoea assarifolia).	ANDRADE-LIMA & COSTA (1978) e ANDRADE & LINS (1984).
----	-----------	----	-----	--	--



Legenda

-  Ravinamento
-  Voçorocamento
-  Deslizamento
-  Desmoronamento

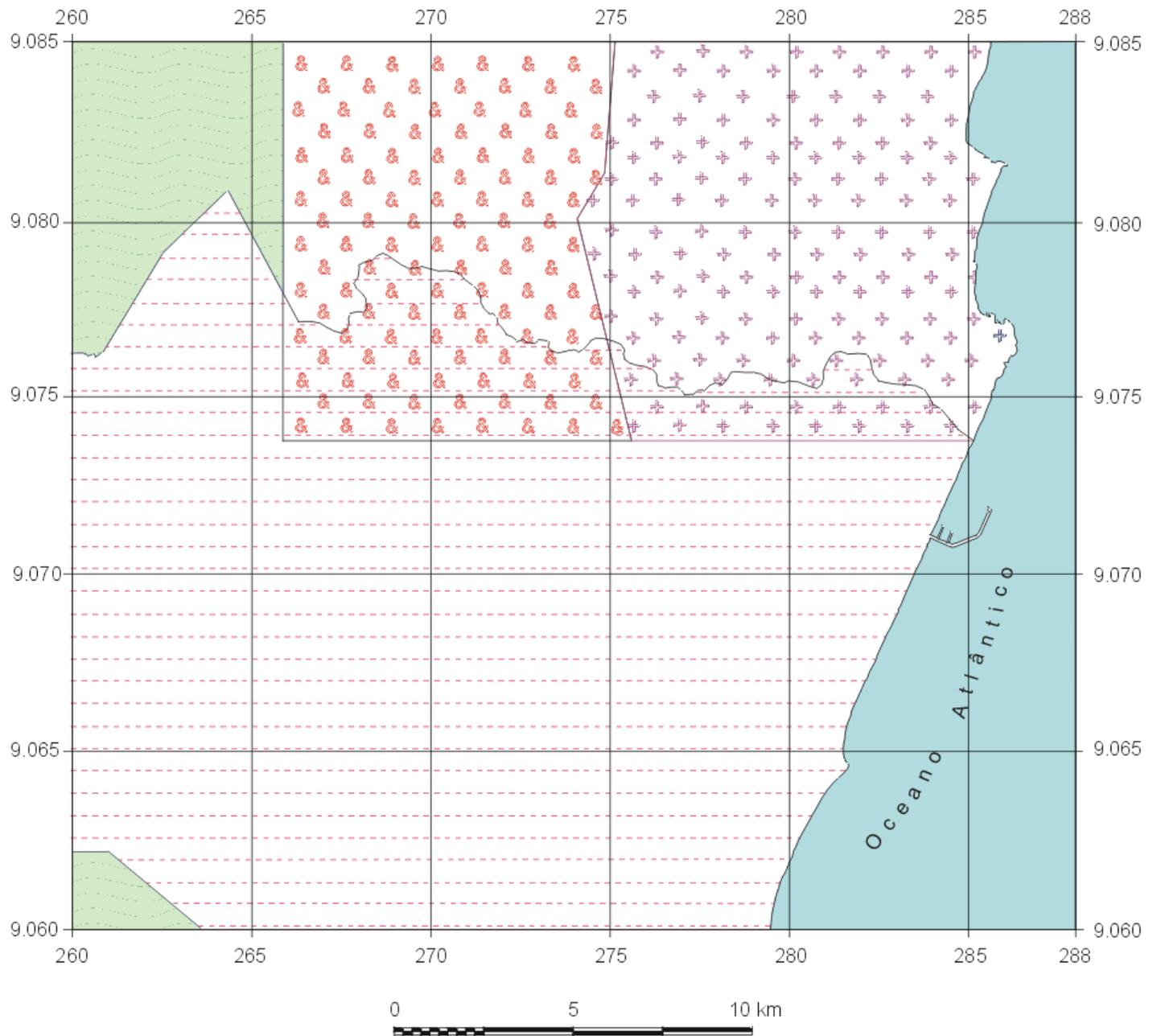


Rio Claro 1998

Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas Escala, Cabo, Cabo São Agostinho, Foz da Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilometragem UTM Equador Meridiano 33°W.G.R. A escala é de 1:100.000 em 10.000 m e 500 m, respectivamente.

Doutorando: Sérgio Moutazima Sartório e Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valente Ziqueite

Anexo 16 - Carta dos Feições Morfo-genéticas.



Articulação dos mapeamentos geomorfológicos compilados.

BASE PLANIMETRICA - Arquivo: SUAPE.dxf - Tamanho: 4.424.255 bytes

NIVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRITOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLIGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLIGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
10	CONTINENTE	6	POLIGONO	LIMITE DO CONTINENTE
15	OCEANO	11	POLIGONO	LIMITE DO OCEANO
20	DRENAGEM	9	LINHA	REDE DE DRENAGEM
25	BARRAGEM UTINGA	9	POLIGONO	BARRAGEM DO UTINGA
26	BARRAGEM BITA	9	POLIGONO	BARRAGEM DO BITA
29	AQUEDUTO	9	LINHA	AQUEDUTO DE SUAPE
30	RODOVIA PE-28	4	LINHA	RODOVIA PE-28
31	RODOVIA BR-101	4	LINHA	RODOVIA BR-101
32	RODOVIA PE-60	4	LINHA	RODOVIA PE-60
33	RODOVIA PE-42	4	LINHA	RODOVIA PE-42
34	ESTRADA ASFALT	4	LINHA	ESTRADAS ASFALTADAS
35	ESTRADA SECUND	7	LINHA	ESTRADAS SECUNDÁRIAS
36	TDR-NORTE	7	LINHA	TDR-NORTE
37	TDR-SUL	4	LINHA	TDR-SUL
40	FERROVIA	10	LINHA	ESTRADAS DE FERRO
60	CID CABO	12	POLIGONO	CIDADE DO CABO
61	CHARNECA	12	POLIGONO	CHARNECA
62	CID IPOJUCA	12	POLIGONO	CIDADE DE IPOJUCA
63	CID NSENHORADOO	12	POLIGONO	NOSSA SENHORA DO Ó
64	USINA SALGADO	12	POLIGONO	USINA SALGADO
65	PORTO GALINHAS	12	POLIGONO	PORTO DE GALINHAS
66	ITAPOAMA	12	POLIGONO	POVOADO DE ITAPOAMA
67	GAIBU	12	POLIGONO	POVOADO DE GAIBU
68	VILA DE NAZARE	12	POLIGONO	VILA DE NAZARE
69	N S DO ROSARIO	12	POLIGONO	POVOADO N S DE ROSARIO
70	VILA DE SUAPE	12	POLIGONO	VILA DE SUAPE
71	MUN SIRINHAEM	14	POLIGONO	MUNICÍPIO DE SIRINHAÉM
72	MUN CABO	14	POLIGONO	MUNICÍPIO DO CABO
73	MUN IPOJUCA	14	POLIGONO	MUNICÍPIO DE IPOJUCA
74	MUNESCADA	14	POLIGONO	MUNICÍPIO DE ESCADA
81	RDH DOS MACACOS	9	LINHA	RIACHO DOS MACACOS
82	RIO UTINGA	9	LINHA	RIO UTINGA
83	RCH STA AMELIA	9	LINHA	RIACHO SANTA AMELIA
84	RIO JASMIM	9	LINHA	RIO JASMIM
85	RIO ALGODOAIS	9	LINHA	RIO ALGODOAIS
86	R UTINGA BAIXO	9	LINHA	RIO UTINGA DE BAIXO
87	RIO MASSANGANA	9	LINHA	RIO MASSANGANA
88	RIO PIRAJA	9	LINHA	RIO PIRAJA
89	RIO TABATINGA	9	LINHA	RIO TABATINGA
90	RCH CANGARI	9	LINHA	RIACHO CANGARI
91	RIO ARROMBADOS	9	LINHA	RIO ARROMBADOS
92	RCH IL DA CANA	9	LINHA	RIACHO ILHA DA CANA
93	RIO TATUOCA	9	LINHA	RIO TATUÓCA

95	RIO MEREPE	9	LINHA	RIO MEREPE
96	RIO TAPERA	9	LINHA	RIO TAPERA
97	RIO ARIMBI	9	LINHA	RIO ARIMBI
98	RCH M REDONDA	9	LINHA	RIACHO MATA REDONDA
99	RIO SIBIRO	9	LINHA	RIO SIBIRÓ
100	RCH STA ROSA	9	LINHA	RIACHO SANTA ROSA
101	RIO DIAMANTE	9	LINHA	RIO DIAMANTE
102	RIO ARATANGI	9	LINHA	RIO ARATANGI
103	RIO URUBU	9	LINHA	RIO URUBU
104	RCH STA CLARA	9	LINHA	RIACHO SANTA CLARA
105	RIO GAIPO	9	LINHA	RIO GAIPO
106	RIO SIBIRO MEIO	9	LINHA	RIO SIBIRÓ DO MEIO
107	RIO PIEDADE	9	LINHA	RIO PIEDADE
108	RCH DA CALDA	9	LINHA	RIACHO DA CALDA
109	RCH AGUA VERDE	9	LINHA	RIACHO AGUA VERDE
110	RCH CABROMENA	9	LINHA	RIACHO CABROMENA
111	RCH ARIMUNA	9	LINHA	RIACHO ARIMUNÁ
112	RCH POMA	9	LINHA	RIACHO POMA
113	RCH COMPORTA	9	LINHA	RIACHO COMPORTA
114	RIO CARAPUZINHO	9	LINHA	RIO CARAPUZINHO
115	RCH AGUA FRIA	9	LINHA	RIACHO ÁGUA FRIA
116	RIO ESPERANCA	9	LINHA	RIO ESPERANCA
117	RIO SERENO	9	LINHA	RIO SERENO
118	RIO SEBASTOPOL	9	LINHA	RIO SEBASTOPOL
119	RIO TRAVASSO	9	LINHA	RIO TRAVASSO
120	RIO CASTELO	9	LINHA	RIO CASTELO
121	RCH PROVIDENCIA	9	LINHA	RIACHO PROVIDÊNCIA
122	RCH MARIA VELHA	9	LINHA	RIACHO MARIA VELHA
123	RIO MARACAIPE	9	LINHA	RIO MARACAIPE
124	RCH DAS MINAS	9	LINHA	RIACHO DAS MINAS
125	RCH DO VIVEIRO	9	LINHA	RIACHO DO VIVEIRO
126	RCH CORUJA	9	LINHA	RIACHO CORUJA
130	RIO PIRAPAMA	9	POLIGONO	RIO PIRAPAMA
131	RIO ALGODOAIS	9	POLIGONO	RIO ALGODOAIS
132	RIO MASSANGANA	9	POLIGONO	RIO MASSANGANA
133	RCH IL DA CANA	9	POLIGONO	RIACHO ILHA DA CANA
134	RIO TATUOCA	9	POLIGONO	RIO TATUÓCA
135	RIO IPOJUCA	9	POLIGONO	RIO IPOJUCA
136	RIO MEREPE	9	POLIGONO	RIO MEREPE
137	EST NORTE SUAPE	9	POLIGONO	ESTUARIO NORTE DESUAPE
138	EST SUL SUAPE	9	POLIGONO	ESTUARIO SUL DE SUAPE
139	RIO UTINGA	9	POLIGONO	RIO UTINGA
140	DRENAGEM	9	POLIGONO	DRENAGEM
160	VILA CLAUDETE	12	POLIGONO	VILA CLAUDETE
162	PIRAPAMA	12	POLIGONO	PIRAPAMA
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLIGONO	QUADRÍCULA DE AMARRAÇÃO

MAPA GEOLÓGICO COMPILADO - Arquivo: SUAPE1.dxf - Tamanho: 3.721.555 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
300	ATERRO	8	POLÍGONO	ATERRO
301	Qp	8	POLÍGONO	SEDIMENTOS DE PRAIA
302	Qd	8	POLÍGONO	DEPÓSITOS EÓLICOS
303	Qm	8	POLÍGONO	SEDIMENTOS DE MANGUE
304	Qr	8	POLÍGONO	"BEACH ROCKS"
305	Qth	8	POLÍGONO	TERRAÇOS MARINHOS HOLO
306	Qdf	8	POLÍGONO	SEDIM FLÚVIO-LAGUNARES
307	Qtp	8	POLÍGONO	TERRAÇOS MARINHOS PLEIS
308	TQb	8	POLÍGONO	FORMAÇÃO BARREIRAS
309	Kv	8	POLÍGONO	TRAQUITOS, BASALTOS E TUFO
310	KiG	8	POLÍGONO	GRANITO SUB-VULCÂNICO
311	Ke	8	POLÍGONO	FORMAÇÃO ESTIVA
312	Kc	8	POLÍGONO	FORMAÇÃO CABO
313	PSG3J	8	POLÍGONO	QUARTZOSSIENITO
314	PSG3I	8	POLÍGONO	LEUCOGRANITO
315	PSG3F	8	POLÍGONO	BIOTITA GRANITO
316	Aogn	8	POLÍGONO	ORTOGNAISSE
320	FALHAS	4	LINHA	FALHAS
321	LINEAMENTOS	4	LINHA	LINEAMENTOS
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONIMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

CARTA DE USO DE ATUAL DO SOLO - Arquivo: SUAPE2.dxf - Tamanho: 576.472 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
200	PROPRIED SUAPE	2	POLÍGONO	PROPRIEDADE DE SUAPE
201	PROPRIED TERC	2	POLÍGONO	PROPRIEDADE DE TERCEIROS
202	PROPRIED RFFSA	2	POLÍGONO	PROPRIEDADE DA RFFSA
203	PROPRIED C PARK	2	POLÍGONO	PROPRIEDADE CAESAR PARK
204	HOTEL C PARK	6	POLÍGONO	HOTEL CAESAR PARK
205	GRANEX	6	POLÍGONO	GRANEX
206	DIAMAR	6	POLÍGONO	DIAMAR
207	TERMOFERTIL	6	POLÍGONO	TERMOFERTIL S/A
208	GRUPO MOURA	6	POLÍGONO	GRUPO MOURA
209	BONESA	6	POLÍGONO	BONESA
210	EBONOR	6	POLÍGONO	EBONOR

211	CELPE SUAPE	6	POLIGONO	CELPE S/E SUAPE
212	POSTO ESSO	6	POLIGONO	POSTO ESSO
213	PROCINSA	6	POLIGONO	PROCINSA
214	SUAPE TEXTIL	6	POLIGONO	SUAPE TEXTIL
215	FIRESTONE	6	POLIGONO	FIRESTONE
216	CERAM S ANTONIO	6	POLIGONO	CERAMICA SANTO ANTONIO
217	REDIIMIX	6	POLIGONO	REDIMIX
218	SUDEPE	6	POLIGONO	SUAPE EST DE PISCICULTURA
219	MICROLITE	6	POLIGONO	MICROLITE
220	INDUCON	6	POLIGONO	INDUCON
221	REDIMIX/ANHANG	6	POLIGONO	REDIMIX/ANHANGUERA
222	POSTO ZIP	6	POLIGONO	POSTO ZIP
223	SIT ENG MASSANG	5	POLIGONO	SITIO HIST ENG MAS
224	CER TRIESTE	6	POLIGONO	CERAMICA TRIESTE
225	CNU	6	POLIGONO	CNU
226	EST TRAT AGUA	6	POLIGONO	ESTACAO TRATAM D'AGUA
227	CTO ADM SUAPE	6	POLIGONO	CENTRO ADMINIST SUAPE
228	HELIPORTO SUAPE	6	POLIGONO	HELIPORTO DE SUAPE
229	TORRE TELPE	6	POLIGONO	TORRE DA TELPE
230	A C LIRA	6	POLIGONO	A C LIRA
231	EST RODOFERROV	6	POLIGONO	ESTACAO RODOFERROVIARIA
232	TELPE	6	POLIGONO	TELPE
233	TRANSBET	6	POLIGONO	TRANSBET
234	KOMBOOGIE	6	POLIGONO	KOMBOOGIE
235	EST TRATAM EFLU	6	POLIGONO	EST TRATAM DE EFLUENTES
236	METANAC	6	POLIGONO	METANAC
237	CELPE PORTO	6	POLIGONO	CELPE S/E PORTO
238	POSTO TELPE	6	POLIGONO	POSTO TELEFONICO PORTO
239	FRIGOSERV	6	POLIGONO	FRIGOSERV
240	CARAVEL	6	POLIGONO	CARAVEL
241	SUAPE GRANEIS	6	POLIGONO	S/A SUAPE GRANEIS DO NE
242	PCON	6	POLIGONO	PCON
243	COPAGAS	6	POLIGONO	COPAGAS
244	NOVOGAS	6	POLIGONO	NOVOGAS
245	SANBRA	6	POLIGONO	SANBRA
246	TEQUIMAR	6	POLIGONO	TEQUIMAR
247	NORTE GAS	6	POLIGONO	NORTE GAS BUTANO
248	PETROBRAS	6	POLIGONO	PETROBRAS
249	CIA DIST DERIV	6	POLIGONO	CIA DIST DERIV PET
250	PANDE	6	POLIGONO	PANDE
251	PQ ARMANDO H C	5	POLIGONO	PQ MET ARMANDO H CAVALC
252	EST EL COMPESA	6	POLIGONO	EST ELEVATORIA COMPESA
253	SENAI	6	POLIGONO	SENAI
254	PROJETO SUAPE	6	POLIGONO	AREA DO PROJETO SUAPE
270	ZPEC	5	POLIGONO	ZONA PRESERV ECOL CULT
271	ZR-3D	5	POLIGONO	ZONA RESIDENCIAL-3D
272	ZAF-04	5	POLIGONO	ZONA AGRIC E FLOREST-04
273	PQ TRIAG FERROV	5	POLIGONO	PQ DE TRIAGEM FERROV

274	ZAF-03	5	POLÍGONO	ZONA AGRIC E FLOREST-03
275	ZI-3	5	POLÍGONO	ZONA INDUST PERIF-3
276	ZPE	5	POLÍGONO	ZONA DE PROC DE EXPORT
277	ZI-3A	5	POLÍGONO	ZONA INDUST PERIF-3A
278	ZIP	5	POLÍGONO	ZONA INDUST PORTUARIA
279	ZI-3B	5	POLÍGONO	ZONA INDUST PERIF-3B
280	ZCA	5	POLÍGONO	ZONA CENTRAL ADMINIST
281	MT DUAS LAGOAS	5	POLÍGONO	MATA DUAS LAGOAS
282	MT CAMACARI	5	POLÍGONO	MATA DE CAMAÇARI
283	MT ZUMBI	5	POLÍGONO	MATA DE ZUMBI
284	APM MASSANGANA	5	POLÍGONO	PROTEC MANAN MASSANGANA
285	APM PIRAPAMA	5	POLÍGONO	PROTEC MANAN PIRAPAMA
286	ESTJABPIRAP	5	POLÍGONO	ÁREA ESTUARINA JAB PIRAP
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRÍCULA DE AMARRAÇÃO

MAPA FITOLÓGICO - Arquivo: SUAPE3.dxf - Tamanho: 8.593.067 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
350	MT	2	POLÍGONO	MATA ATLÂNTICA
351	CP	2	POLÍGONO	CAPOEIRA
352	CPD	2	POLÍGONO	CAPOEIRINHA DENSE
353	CPR	2	POLÍGONO	CAPOEIRINHA RALA
354	VA	2	POLÍGONO	VEGETAÇÃO ARBUSTIVA
355	VH	2	POLÍGONO	VEGETAÇÃO HIDRÓFILA
356	MG	2	POLÍGONO	MANGUEZAL
357	CA	2	POLÍGONO	CANAVIAL
358	CL	2	POLÍGONO	CULTURAS
359	RF1	2	POLÍGONO	REFLORESTAMENTO 1
360	RF2	2	POLÍGONO	REFLORESTAMENTO 2
361	RF3	2	POLÍGONO	REFLORESTAMENTO 3
362	SV	2	POLÍGONO	SEM VEGETAÇÃO
363	CQ	2	POLÍGONO	COQUEIRAL
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS - Arquivo: SUAPE4.dxf - Tamanho: 1.205.792 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS

6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
400	B H MARACAIPE	2	POLÍGONO	BACIA HID MARACAIPE
401	B H MEREPE	2	POLÍGONO	BACIA HID MEREPE
402	B H TAPERA	2	POLÍGONO	BACIA HID TAPERA
403	B H CANOAS	2	POLÍGONO	BACIA HID CANOAS
404	B H TATUOCA	2	POLÍGONO	BACIA HID TATUOCA
405	B H CANGARI	2	POLÍGONO	BACIA HID CANGARI
406	B H EST SUL	2	POLÍGONO	BACIA HID EST SUL SUAPE
407	B H EST NORTE	2	POLÍGONO	BACIA HID EST NORTE SUAPE
408	B H COSTEIRA 1	2	POLÍGONO	BACIA HID COSTEIRA 1
409	B H ARROMBADOS	2	POLÍGONO	BACIA HID ARROMBADOS
410	B H COSTEIRA 2	2	POLÍGONO	BACIA HID COSTEIRA 2
411	B H MASSANGANA	2	POLÍGONO	BACIA HID MASSANGANA
412	B H POMA	2	POLÍGONO	BACIA HID POMA
413	B H ALGODOAIS	2	POLÍGONO	BACIA HID ALGODOAIS
414	B H STA AMELIA	2	POLÍGONO	BACIA HID STA AMÉLIA
415	B H CEDRO	2	POLÍGONO	BACIA HID CEDRO
416	B H TABATINGA	2	POLÍGONO	BACIA HID TABATINGA
417	B H UTINGA BXO	2	POLÍGONO	BACIA HID UTINGA BAIXO
418	B H UTINGA	2	POLÍGONO	BACIA HID UTINGA
419	B H PIRAPAMA	2	POLÍGONO	BACIA HID PIRAPAMA
420	B H TRAVASSO	2	POLÍGONO	BACIA HID TRAVASSO
421	B H MACACOS	2	POLÍGONO	BACIA HID MACACOS
422	B H ARIMUNA	2	POLÍGONO	BACIA HID ARIMUNĂ
423	B H AGUA VERDE	2	POLÍGONO	BACIA HID ÁGUA VERDE
424	B H CORUJA	2	POLÍGONO	BACIA HID CORUJA
425	B H PIEDADE	2	POLÍGONO	BACIA HID PIEDADE
426	B H IPOJUCA	2	POLÍGONO	BACIA HID IPOJUCA
427	B H ARIMBI	2	POLÍGONO	BACIA HID ARIMBI
428	B H SIBIRO	2	POLÍGONO	BACIA HID SIBIRÓ
429	B H SEMEAO	2	POLÍGONO	BACIA HID SEMEÃO
430	B H SANTA CLARA	2	POLÍGONO	BACIA HID SANTA CLARA
431	B H ARATANGI	2	POLÍGONO	BACIA HID ARATANGÍ
432	B H DIAMANTE	2	POLÍGONO	BACIA HID DIAMANTE
433	B H TAPERUCU	2	POLÍGONO	BACIA HID TAPERUÇU
434	B H SIBIRO MEIO	2	POLÍGONO	BACIA HID SIBIRÓ MEIO
435	B H GAPIO	2	POLÍGONO	BACIA HID GAIPÍO
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

BASE ALTIMÉTRICA - Arquivo: SUAPE6.dxf - Tamanho: 23.144.875 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM

450	0	10	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 0 M
451	10	3	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 10 M
452	20	14	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 20 M
453	30	13	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 30 M
454	40	11	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 40 M
455	50	10	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 50 M
456	60	3	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 60 M
457	70	14	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 70 M
458	80	13	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 80 M
459	90	11	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 90 M
460	100	10	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 100 M
461	110	3	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 110 M
462	120	14	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 120 M
463	130	13	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 130 M
464	140	11	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 140 M
465	150	10	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 150 M
466	160	3	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 160 M
467	170	14	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 170 M
468	180	13	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 180 M
469	190	11	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 190 M
470	200	10	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 200 M
471	210	3	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 210 M
472	220	14	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 220 M
473	230	13	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 230 M
474	240	11	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 240 M
475	250	10	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 250 M
476	260	3	POLÍGONO	CURVA DE NIVEL DE 260 M
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

MAPA DE DRENAGEM DETALHADA - Arquivo: SUAPE8.dxf - Tamanho: 4.751.082 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRITOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
170		4	LINHA	DRENAGEM DETALHADA
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

MAPA DE FRATURAS - Arquivo: SUAPE9.dxf - Tamanho: 1.175.974 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRITOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA

5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
322		4	LINHA	FRATURAS
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

MAPA PEDOLÓGICO - Arquivo: SUAPE10.dxf - Tamanho: 2.902.408

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRITOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
325	AT	14	POLÍGONO	ATERRO
326	LA-2	14	POLÍGONO	LATOSSOLO AMARELO 2-LA2
327	LA-3	14	POLÍGONO	LATOSSOLO AMARELO 3-LA3
328	PA-1	14	POLÍGONO	PODZOLICO AMARELO 1-PA1
329	PA-2	14	POLÍGONO	PODZOLICO AMARELO 2-PA2
330	PA-4	14	POLÍGONO	PODZOLICO AMARELO 4-PA4
331	PA-5	14	POLÍGONO	PODZOLICO AMARELO 5-PA5
332	PA-8	14	POLÍGONO	PODZOLICO AMARELO 8-PA8
333	PV-4	14	POLÍGONO	PODZ VERM-AMAR 4-PV4
334	PV-6	14	POLÍGONO	PODZ VERM-AMAR 6-PV6
335	PV-8	14	POLÍGONO	PODZ VERM-AMAR 8-PV8
336	PV-18	14	POLÍGONO	PODZ VERM-AMAR 18-PV18
337	TR	14	POLÍGONO	TERRA ROXA-TR
338	GL-1	14	POLÍGONO	GLEISSOLO 1-GL1
339	GL-2	14	POLÍGONO	GLEISSOLO 2-GL2
340	GL-3	14	POLÍGONO	GLEISSOLO 3-GL3
341	GL-4	14	POLÍGONO	GLEISSOLO 4-GL4
342	GL-5	14	POLÍGONO	GLEISSOLO 5-GL5
343	GL-9	14	POLÍGONO	GLEISSOLO 9-GL9
344	AQ	14	POLÍGONO	AREIAS QUARTZOSAS-AQ
345	AM	14	POLÍGONO	AREIAS QUART MARINHAS-AM
346	PD-1	14	POLÍGONO	PODZOL-PD1
347	SM	14	POLÍGONO	SEDIMENTOS DE MANGUE-SM
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

CARTA DE DECLIVIDADE - Arquivo: SUAPE11.dxf - Tamanho: 10.328.506 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRITOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM

390		14	POLÍGONO	DECLIVIDADE < 2%
391		14	POLÍGONO	DECLIVIDADE 2 - 5%
392		14	POLÍGONO	DECLIVIDADE 5 - 10%
393		14	POLÍGONO	DECLIVIDADE 10 - 20%
394		14	POLÍGONO	DECLIVIDADE 20 - 30%
395		14	POLÍGONO	DECLIVIDADE > 30%
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

MAPA DAS FEIÇÕES MORFOGENÉTICAS - Arquivo: SUAPE12.dxf - Tamanho: 90.408 bytes

NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
380		14	POLÍGONO	RAVINAMENTO
381		4	POLÍGONO	VOÇOROCAMENTO
382		9	POLÍGONO	DESLIZAMENTO
383		5	POLÍGONO	DESMORONAMENTO
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO

ÍNDICE DE INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS - Arquivo: SUAPEIND.dxf - Tamanho: 441.686 bytes

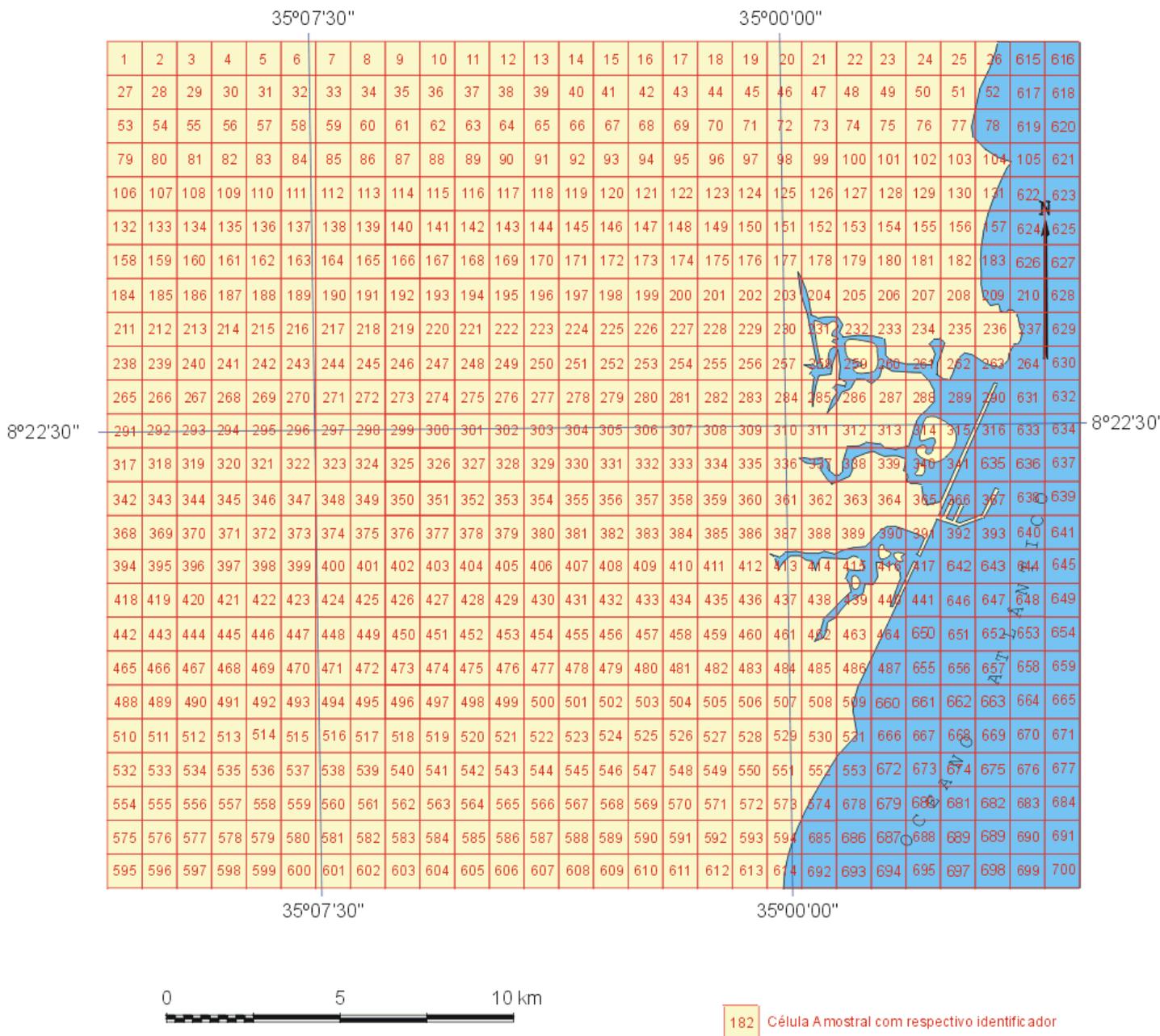
NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA COM MALHA UTM
5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
30	RODOVIA PE-28	4	LINHA	RODOVIA PE-28
31	RODOVIA BR-101	4	LINHA	RODOVIA BR-101
32	RODOVIA PE-60	4	LINHA	RODOVIA PE-60
34	ESTRADA ASFALT	4	LINHA	ESTRADAS ASFALTADAS
71	MUN SIRINHAEM	14	POLÍGONO	MUNICÍPIO DE SIRINHAÉM
72	MUN CABO	14	POLÍGONO	MUNICÍPIO DO CABO
73	MUN IPOJUCA	14	POLÍGONO	MUNICÍPIO DE IPOJUCA
74	MUNESCADA	14	POLÍGONO	MUNICÍPIO DE ESCADA
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRICULA DE AMARRAÇÃO
10	ÁREA DO PROJETO	14	POLÍGONO	ÁREA DO PROJETO

BASE PLANIMÉTRICA REGIONAL - Arquivo: SUAPERG.dxf - Tamanho: 2.869.315 bytes

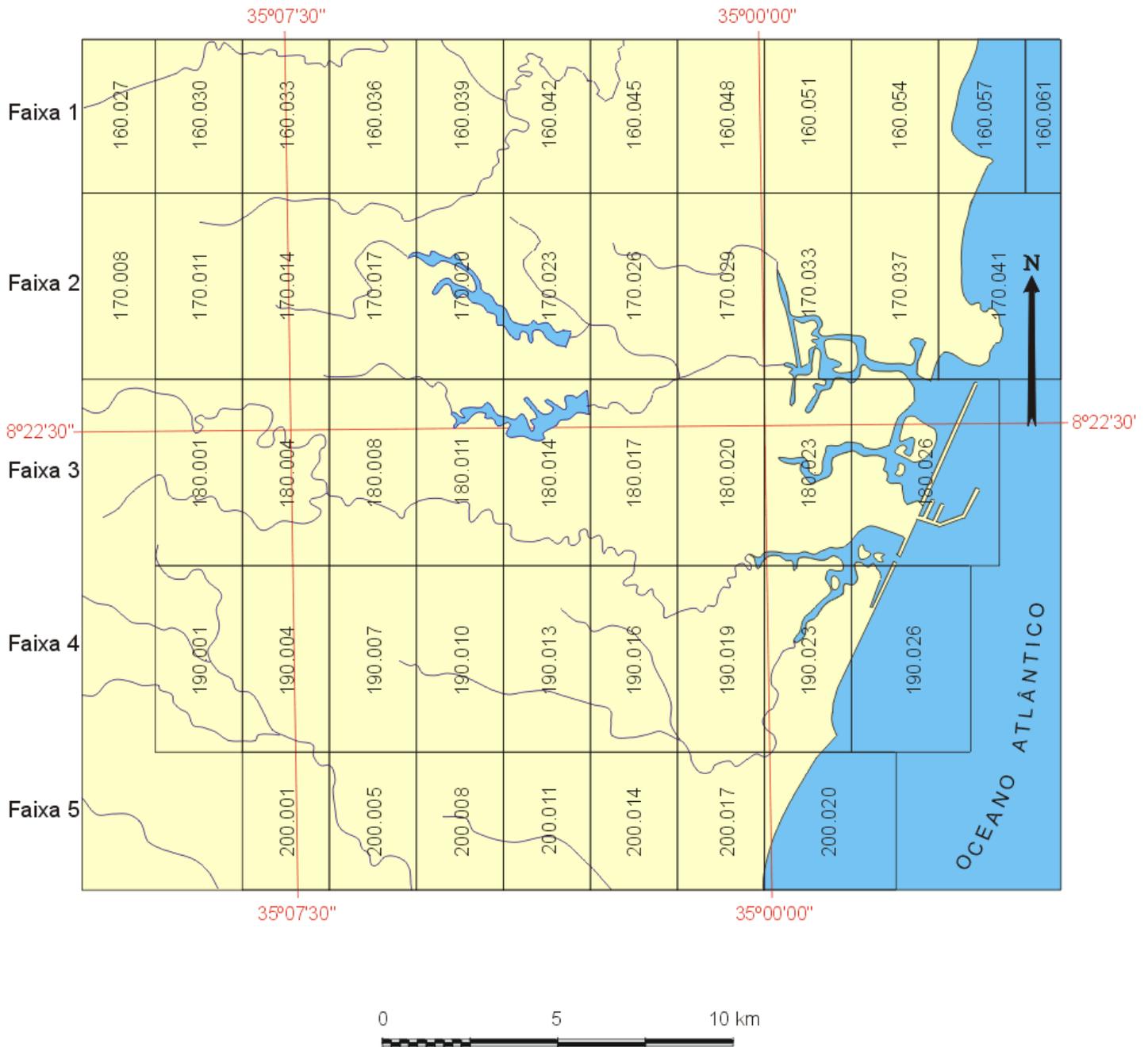
NÍVEL	PALAVRA CHAVE	COR	ESTRUTURA	DESCRIPTOR
0	ENQUADRAMENTO	1	POLÍGONO	ENQUADRAMENTO
2	MOLDURA	2	POLÍGONO	MOLDURA COM COORDENADAS UTM

5	COORD GEOGRAF	15	LINHA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
6	COORD UTM	15	LINHA	COORDENADAS UTM
7	AREA DE ESTUDO	14	POLÍGONO	ÁREA DE ESTUDO
10	CONTINENTE	6	POLÍGONO	LIMITE DO CONTINENTE
15	OCEANO	8	POLÍGONO	LIMITE DO OCEANO
20	DRENAGEM	9	LINHA	REDE DE DRENAGEM
25	LAG OLHO D'ÁGUA	9	POLÍGONO	LAGOA OLHO D'ÁGUA
30	RODOVIA BR-101	4	LINHA	RODOVIA BR-101
31	RODOVIA BR-232	4	LINHA	RODOVIA BR-232
32	RODOVIA PE-60	4	LINHA	RODOVIA PE-60
33	RODOVIA PE-66	4	LINHA	RODOVIA PE-66
34	ESTRADA ASFALT	4	LINHA	ESTRADA ASFALTADA
35	RODOVIA PE-45	4	LINHA	RODOVIA PE-45
60	CID RECIFE	12	POLÍGONO	CIDADE DO RECIFE
61	CID JABOATAO	12	POLÍGONO	CIDADE DE JABOATÃO
62	CID P CARVALHOS	12	POLÍGONO	PONTE DOS CARVALHOS
63	CID MORENO	12	POLÍGONO	CIDADE DE MORENO
64	CID VITORIA	12	POLÍGONO	CIDADE DE VITÓRIA
65	CID ESCADA	12	POLÍGONO	CIDADE DE ESCADA
66	CID CABO	12	POLÍGONO	CIDADE DO CABO
67	CID IPOJUCA	12	POLÍGONO	CIDADE DE IPOJUCA
68	CID NSENHORADOO	12	POLÍGONO	CID NOSSA SENHORA DO O
69	CID FERCHEIRAS	12	POLÍGONO	CIDADE DE FRECHEIRAS
70	CID RIBEIRAO	12	POLÍGONO	CIDADE DE RIBEIRÃO
71	CID RIO FORMOSO	12	POLÍGONO	CIDADE DE RIO FORMOSO
72	CIR SIRINHAEM	12	POLÍGONO	CIDADE DE SIRINHAÉM
73	CID COCAU	12	POLÍGONO	CIDADE DE COCAU
74	CID CAMELA	12	POLÍGONO	CIDADE DE CAMELA
80	RIO MEREPE	9	LINHA	RIO MEREPE
81	RIO IPOJUCA	9	LINHA	RIO IPOJUCA
82	RIO TATUOCA	9	LINHA	RIO TATUÓCA
83	RIO MASSANGANA	9	LINHA	RIO MASSANGANA
84	RIO TABATINGA	9	LINHA	RIO TABATINGA
85	RIO CONGARI	9	LINHA	RIO CONGARI
86	RIO ALGODOAIS	9	LINHA	RIO ALGODOAIS
87	RIO PIRAPAMA	9	LINHA	RIO PIRAPAMA
88	RIO PATA CHOCA	9	LINHA	RIO PATA CHOCA
89	RIO CAJABUCU	9	LINHA	RIO CAJABUÇU
90	RIO GURJAU	9	LINHA	RIO GURJAU
91	RIO JABOATAO	9	LINHA	RIO JABOATÃO
92	RIO DUAS UNAS	9	LINHA	RIO DUAS UNAS
93	RIO NATUBA	9	LINHA	RIO NATUBA
94	RIO TAPACURA	9	LINHA	RIO TAPACURA
95	RIO RIBEIRAO	9	LINHA	RIO RIBEIRÃO
96	RIO SIBIRO MEIO	9	LINHA	RIO SIBIRÓ DO MEIO
97	RIO SIBIRO	9	LINHA	RIO SIBIRÓ
98	RIO TAPIRUCU	9	LINHA	RIO TAPIRUCU
99	RIO SIRINHAEM	9	LINHA	RIO SIRINHAÉM

100	RIO CAMARAGIBE	9	LINHA	RIO CAMARAGIBE
101	CORR LAVA MAO	9	LINHA	CORREGO LAVA MÃO
102	RIO FORMOSO	9	LINHA	RIO FORMOSO
103	RIO DOS PASSOS	9	LINHA	RIO DOS PASSOS
500		3	LINHA	NÍVEL DE TRABALHO
600		15	TEXTO	TOPONÍMIAS
1000		1	POLÍGONO	QUADRÍCULA DE AMARRAÇÃO



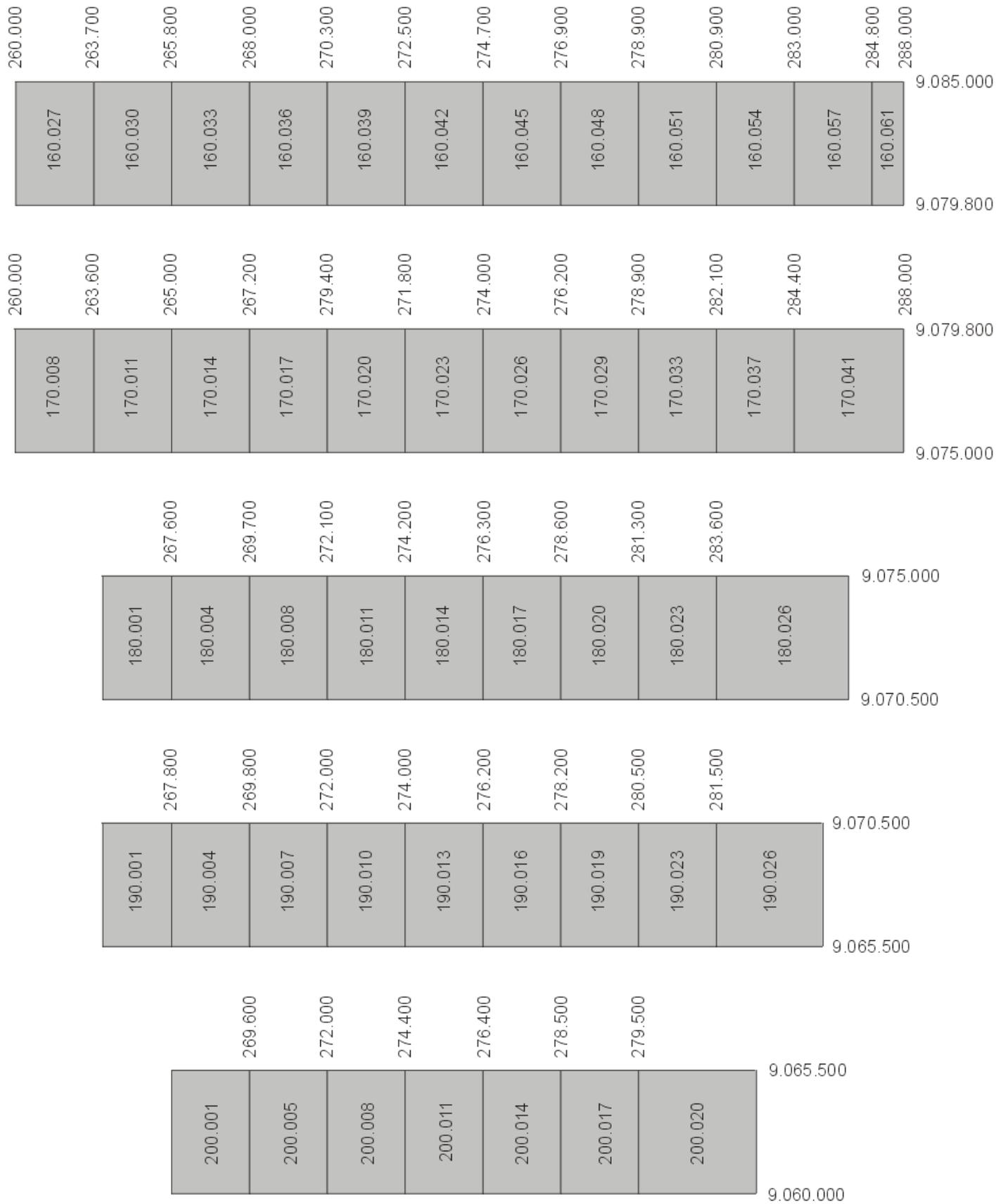
Quadrícula ortogonal e identificadores de cada célula.



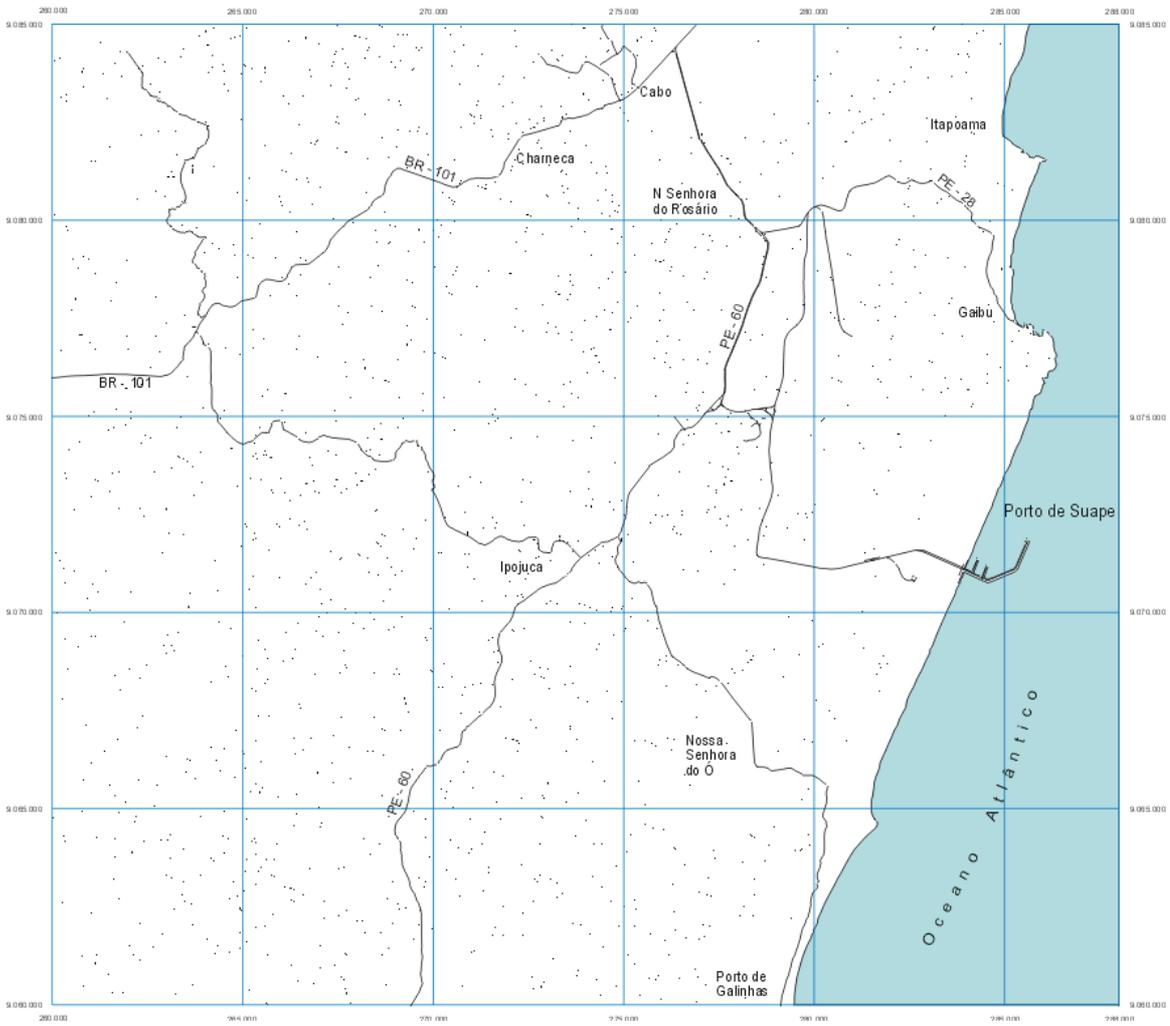
As fotografias aéreas, copiadas na escala 1:30.000, foram obtidas através de levantamento aerofotogramétrico realizado pelo 1^o/6^a GAV, como parte integrante do Projeto P 07-FAB FIDEM-81.

Articulação das fotografias aéreas utilizadas no mosaico.

FOTO	Ponto 1				Ponto 2				Ponto 3				Ponto 4				Ponto 5				RMS
	Coord. IMG		Coord. UTM		Coord. IMG		Coord. UTM		Coord. IMG		Coord. UTM		Coord. IMG		Coord. UTM		Coord. IMG		Coord. UTM		
	P1 (X)	P1 (Y)	P1 (X)	P1 (Y)	P2 (X)	P2 (Y)	P2 (X)	P2 (Y)	P3 (X)	P3 (Y)	P3 (X)	P3 (Y)	P4 (X)	P4 (Y)	P4 (X)	P4 (Y)	P5 (X)	P5 (Y)	P5 (X)	P5 (Y)	
160.027	197,1	859,9	260.470	9.084.140	640,9	865,2	263.000	9.084.210	268,1	210,1	260.980	9.080.480	721,5	233,7	263.510	9.080.630	363,8	589,5	261.450	9.082.620	2,40
160.030	244,4	882,6	263.000	9.084.210	673,5	972,3	265.450	9.084.750	319,1	250,7	263.510	9.080.630	510,8	82,0	264.620	9.079.730	376,4	476,5	263.800	9.081.920	1,87
160.033	306,8	948,3	265.450	9.084.750	880,3	930,9	268.740	9.084.650	159,6	58,5	264.620	9.079.730	718,2	102,7	267.750	9.079.850	344,1	668,9	265.660	9.083.100	6,37
160.036	79,0	921,9	266.480	9.084.540	465,9	944,3	268.740	9.084.650	309,1	199,5	267.750	9.079.850	566,8	104,0	269.230	9.079.840	308,6	757,3	267.820	9.083.560	4,69
160.039	94,7	953,3	268.740	9.084.650	407,5	1028,6	270.520	9.085.070	169,6	111,0	269.230	9.079.840	423,2	144,1	270.680	9.080.070	389,7	564,7	270.440	9.082.440	2,34
160.042	17,3	1001,9	270.520	9.085.070	422,5	927,9	272.840	9.084.580	51,3	120,7	270.680	9.080.070	482,5	90,4	273.130	9.079.900	259,7	667,5	271.840	9.083.580	5,88
160.045	32,0	925,9	272.840	9.084.580	405,8	901,3	275.020	9.084.440	86,0	92,4	273.130	9.079.900	408,5	330,4	275.010	9.081.170	229,6	505,2	273.980	9.082.200	3,18
160.048	53,0	898,9	275.020	9.084.440	518,8	1017,3	277.720	9.085.040	56,4	335,1	275.010	9.081.170	385,1	219,1	276.900	9.080.520	349,7	675,8	276.700	9.083.120	3,46
160.051	169,1	1029,3	277.720	9.085.040	496,7	909,9	279.500	9.084.340	25,0	227,7	276.900	9.080.520	582,8	36,0	280.115	9.079.370	372,2	577,2	278.880	9.082.470	5,49
160.054	86,0	763,3	279.240	9.083.750	527,2	920,9	281.760	9.084.580	75,5	281,6	279.200	9.080.970	574,7	1,5	281.620	9.079.460	483,1	701,5	281.530	9.083.360	6,22
160.057	157,0	937,6	281.760	9.084.580	604,5	991,3	284.360	9.084.860	140,1	25,0	281.620	9.079.460	665,2	70,4	284.680	9.079.640	610,8	570,2	284.410	9.082.480	2,57
160.061	80,7	991,6	284.360	9.084.860	303,6	1098,5	285.740	9.095.500	88,0	572,2	284.410	9.082.480	145,7	77,4	284.680	9.079.640	381,2	417,2	286.070	9.081.590	4,09
170.008	224,6	1039,4	260.180	9.078.760	565,8	1093,0	262.040	9.079.060	282,1	158,0	260.645	9.074.110	541,5	242,7	262.030	9.074.590	352,4	807,2	260.950	9.077.530	2,83
170.011	181,4	1099,6	262.040	9.079.060	748,3	1004,9	265.075	9.078.700	156,0	246,1	262.030	9.074.590	591,4	204,5	264.400	9.074.420	531,2	656,5	263.980	9.076.840	4,21
170.014	357,2	1014,9	265.075	9.078.700	641,2	1031,6	266.580	9.078.770	202,1	213,6	264.400	9.074.420	712,5	201,1	267.130	9.074.510	448,7	438,2	265.660	9.075.680	5,65
170.017	249,1	1015,3	266.580	9.078.770	815,4	1047,4	269.600	9.079.160	308,8	183,7	267.130	9.074.510	724,5	143,0	269.320	9.074.370	543,8	679,9	265.660	9.075.680	5,41
170.020	381,4	1045,0	269.600	9.079.160	724,5	1042,6	271.470	9.079.140	303,1	146,6	269.320	9.074.370	787,9	194,4	271.940	9.074.690	544,8	573,2	268.230	9.077.110	4,67
170.023	300,1	1045,9	271.470	9.079.140	705,9	1084,3	273.670	9.079.340	368,7	209,1	271.940	9.074.690	679,8	244,6	273.650	9.074.780	466,2	795,8	272.350	9.077.810	6,02
170.026	291,8	1081,0	273.670	9.079.340	649,2	1043,0	275.560	9.079.200	266,1	240,6	273.650	9.074.780	745,2	212,1	276.220	9.074.770	429,7	574,7	274.530	9.076.690	6,46
170.029	237,1	1025,3	275.560	9.079.200	1082,0	1038,0	280.115	9.079.370	352,1	194,1	276.220	9.074.770	1103,7	201,5	280.340	9.074.910	643,6	500,4	277.770	9.076.500	5,38
170.033	386,6	1004,5	280.115	9.079.370	667,9	1024,3	281.620	9.079.460	439,2	168,6	280.345	9.074.910	809,2	252,4	282.350	9.075.320	562,2	507,8	281.030	9.076.680	2,27
170.037	238,4	1027,0	281.620	9.079.460	803,9	1041,8	284.680	9.079.650	354,4	250,7	282.350	9.075.320	621,5	233,1	283.800	9.075.270	606,4	617,1	283.690	9.077.320	1,92
170.041	167,1	615,2	283.690	9.077.320	359,1	1043,2	284.680	9.079.650	192,4	230,1	283.800	9.075.270	547,8	272,1	285.770	9.075.500	506,2	624,2	285.530	9.077.380	3,54
180.001	155,7	1039,3	264.400	9.074.430	666,3	1035,8	267.130	9.074.510	177,7	203,7	264.610	9.070.015	670,9	158,4	267.240	9.069.810	361,1	674,2	265.500	9.072.530	3,74
180.004	299,8	1043,6	267.130	9.074.510	718,9	1010,6	269.320	9.074.370	311,1	163,7	267.240	9.069.810	644,5	211,7	269.015	9.070.060	420,1	489,5	267.780	9.071.530	3,26
180.008	215,1	1004,9	269.320	9.074.370	711,2	1058,2	271.940	9.074.690	153,7	202,4	269.015	9.070.060	713,2	225,4	272.060	9.070.170	371,4	518,1	270.180	9.071.740	4,07
180.011	337,8	1074,0	271.940	9.074.690	649,5	1102,3	273.650	9.074.780	343,1	224,5	272.060	9.070.170	673,2	182,1	273.860	9.069.960	566,8	533,1	273.235	9.071.850	4,93
180.014	276,1	1065,5	273.650	9.074.860	754,3	1029,9	276.220	9.074.770	309,5	156,6	273.860	9.069.960	762,9	181,8	276.290	9.070.120	485,7	505,7	274.855	9.071.320	3,22
180.017	358,2	1015,3	276.220	9.074.770	726,2	1066,3	278.220	9.075.230	359,6	165,3	276.290	9.070.120	776,9	219,1	278.540	9.070.480	501,8	741,9	277.020	9.073.280	6,35
180.020	229,1	1056,0	278.220	9.075.230	620,2	1004,6	280.345	9.074.910	281,1	206,4	278.480	9.070.480	539,2	184,7	279.960	9.070.370	386,7	841,9	279.100	9.073.995	2,83
180.023	158,7	1015,3	280.345	9.074.910	534,8	1091,0	282.350	9.075.320	87,0	192,3	279.960	9.070.370	426,8	220,1	281.790	9.070.580	361,4	521,1	281.450	9.072.200	2,96
180.026	158,4	1081,6	282.350	9.075.320	784,4	1099,5	285.770	9.075.500	108,0	631,3	282.140	9.072.870	37,0	209,8	281.790	9.070.580	541,7	740,3	283.480	9.073.360	2,43
190.001	669,2	996,6	267.220	9.069.810	995,0	1034,3	269.010	9.070.030	282,8	79,7	265.270	9.064.780	494,5	156,7	266.400	9.065.230	216,4	665,4	264.840	9.067.970	2,30
190.004	280,4	984,6	267.220	9.069.810	614,5	1025,3	269.010	9.070.030	114,0	143,4	266.440	9.065.230	775,9	145,0	269.950	9.065.320	532,2	724,2	268.570	9.068.380	3,94
190.007	202,1	1031,3	269.010	9.070.030	762,6	1036,6	272.070	9.070.170	347,8	145,0	269.950	9.065.320	793,9	173,0	272.390	9.065.480	577,5	667,9	271.130	9.068.170	4,29
190.010	390,1	1035,3	272.070	9.070.170	761,6	1026,3	274.020	9.070.230	426,1	169,0	272.390	9.065.480	744,9	154,7	274.085	9.065.475	608,8	571,5	273.295	9.067.710	1,33
190.013	392,8	1034,3	274.020	9.070.230	803,2	1012,6	276.290	9.070.120	376,2	159,6	274.085	9.065.475	875,9	159,4	276.810	9.065.400	556,7	557,7	275.030	9.067.660	4,70
190.016	367,6	1013,5	276.290	9.070.120	787,4	1064,5	278.540	9.070.480	437,5	155,4	276.810	9.065.400	772,6	174,7	278.630	9.065.650	591,2	643,5	277.570	9.068.170	4,38
190.019	461,8	1058,3	278.540	9.070.480	713,4	1031,5	279.960	9.070.370	443,1	165,7	278.630	9.065.640	576,1	234,0	279.350	9.066.040	565,2	664,5	279.220	9.068.360	1,46
190.023	289,1	1025,7	279.960	9.070.370	628,9	1046,7	281.790	9.070.580	151,0	224,7	279.350	9.066.040	409,7	152,1	280.800	9.065.680	309,1	757,4	280.110	9.068.960	3,10
190.026	236,7	1052,6	281.790	9.070.580	239,4	791,6	281.860	9.069.150	70,4	572,2	280.980	9.067.930	23,6	160,8	280.800	9.065.680	344,7	627,3	282.445	9.068.280	1,03
200.001	232,6	1053,9	266.440	9.065.230	874,6	1043,0	269.950	9.065.320	212,4	117,7	266.465	9.060.100	762,2	103,7	269.480	9.060.060	591,4	609,4	268.445	9.062.840	4,42
200.005	377,2	1029,4	269.950	9.065.320	811,6	1051,0	272.390	9.065.480	263,1	81,5	269.480	9.060.060	849,4	321,6	272.700	9.061.470	592,3	665,8	271.240	9.063.310	2,83
200.008	390,1	1060,0	272.390	9.065.480	703,2	1047,3	274.085	9.065.475	436,3	329,8	272.700	9.061.470	785,9	204,1	274.715	9.060.780	682,5	655,8	274.030	9.063.310	5,19
200.011	355,3	1054,7	274.085	9.065.475	841,6	1053,6	276.810	9.065.400	434,8	211,7	274.715	9.060.780	787,6	170,0	276.640	9.060.650	594,5	714,2	275.470	9.063.585	7,51
200.014	476,5	1017,3	276.810	9.065.400	804,5	1027,2	278.630	9.065.650	415,7	133,6	276.640	9.060.650	848,3	181,1	279.020	9.060.950	656,5	610,8	277.865	9.063.280	7,76
200.017	388,8	1047,3	278.630	9.065.650	768,2	1050,3	280.800	9.065.680													



Área útil das fotografias aéreas utilizadas na elaboração do mosaico.



Interseções

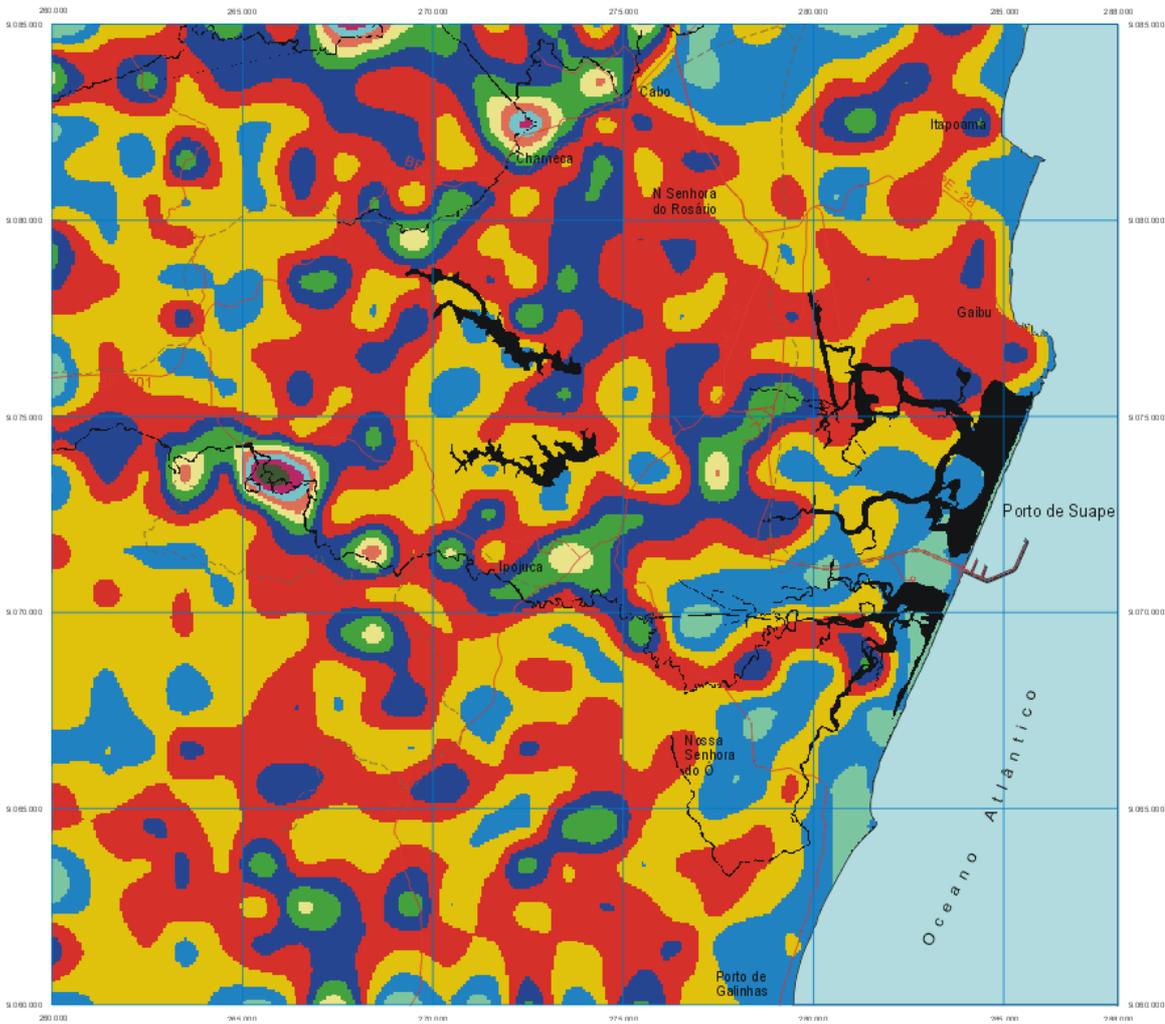


Base planimétrica e laborada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Porto de Galinhas. O riginem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 33° W D.R." A croscoidas as coordenadas: 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Dorform do: Sergio Mouriz em a Saitola e IG terra O riginem do: Prof. Dr. Lázaro Valente Zaque de

Rio Claro 1998

Carta de Interseções Pre-liminar.



LEGENDA

- Oceano
- Fundo
- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100

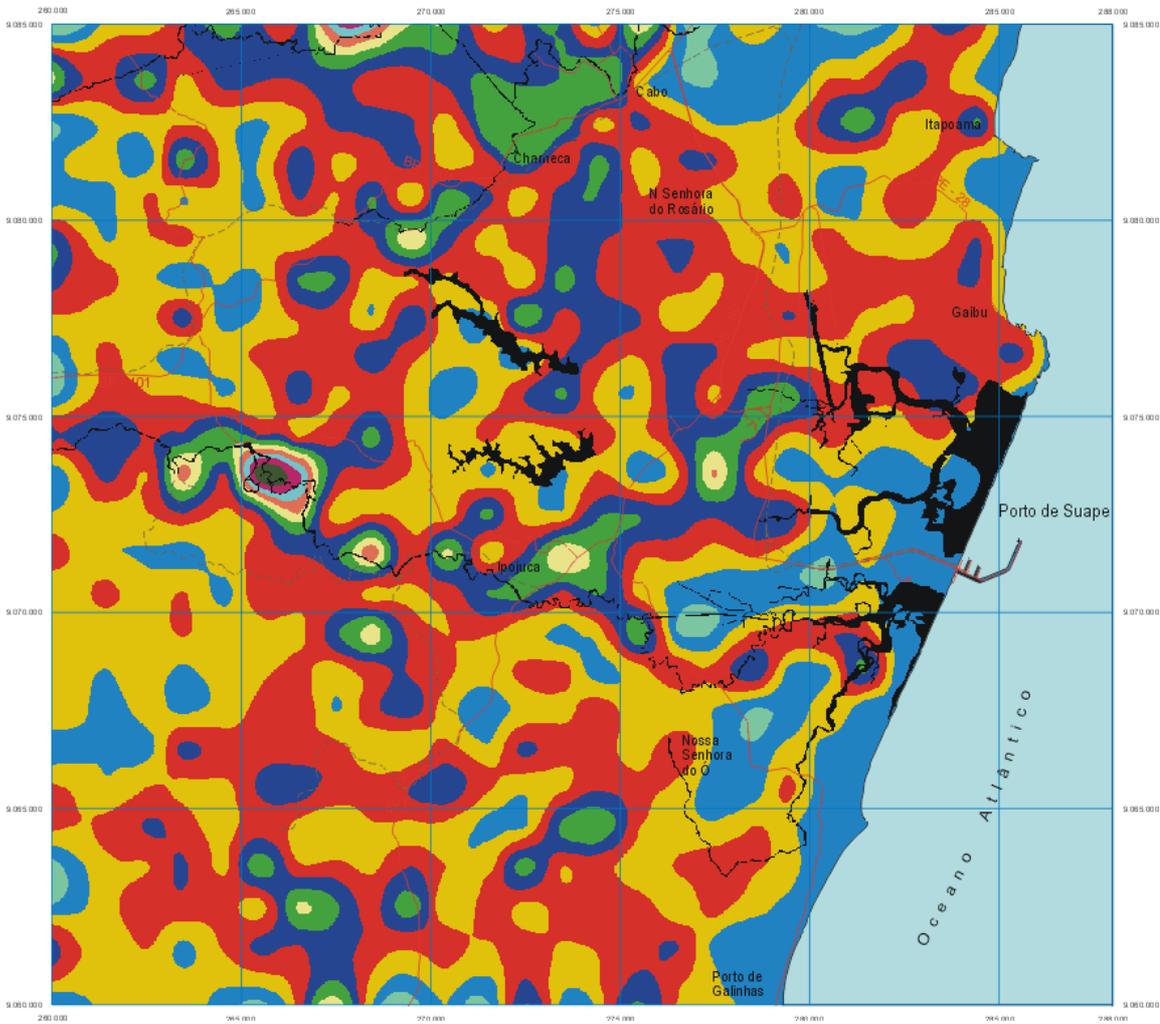


Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. O datum da projeção é UTM Equador e Meridiano 33° W.G.R. As coordenadas são em metros (10.000 km e 500 km, respectivamente).

Doutorando: Sérgio Mourão e Silva | IGTE/FEA
Orientador: Prof. Dr. Lazaro Valesini Ziqotte

Rio Claro
1998

Carta de Interseções importada do SURFER.



LEGENDA

- Oceano
- Fundo
- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90
- 90 - 100



Escala 1:100.000

Base planimétrica e laborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo Santo Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilonagem UTM "Equador Meridiano 33° W.G.R.". A cada 500 metros constantes 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Doutorando: Sérgio Monteiro da Silva e Igor
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valério Zykette

Rio Claro
1998

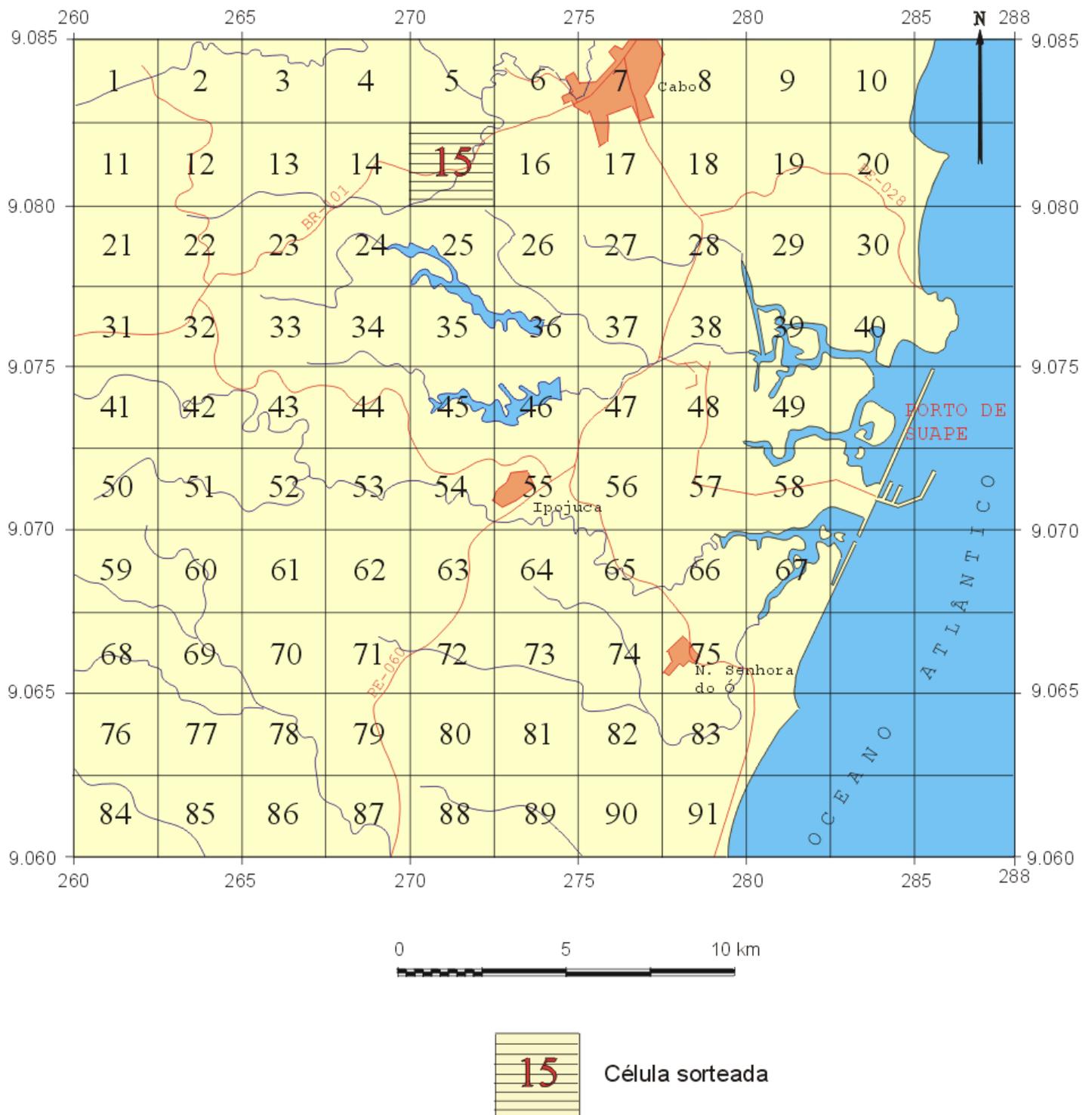
Carta de Interseções da Rede de Drenagem com Traços de Fratura.

$$X = \frac{100 \times EQ}{IC} \times EB$$

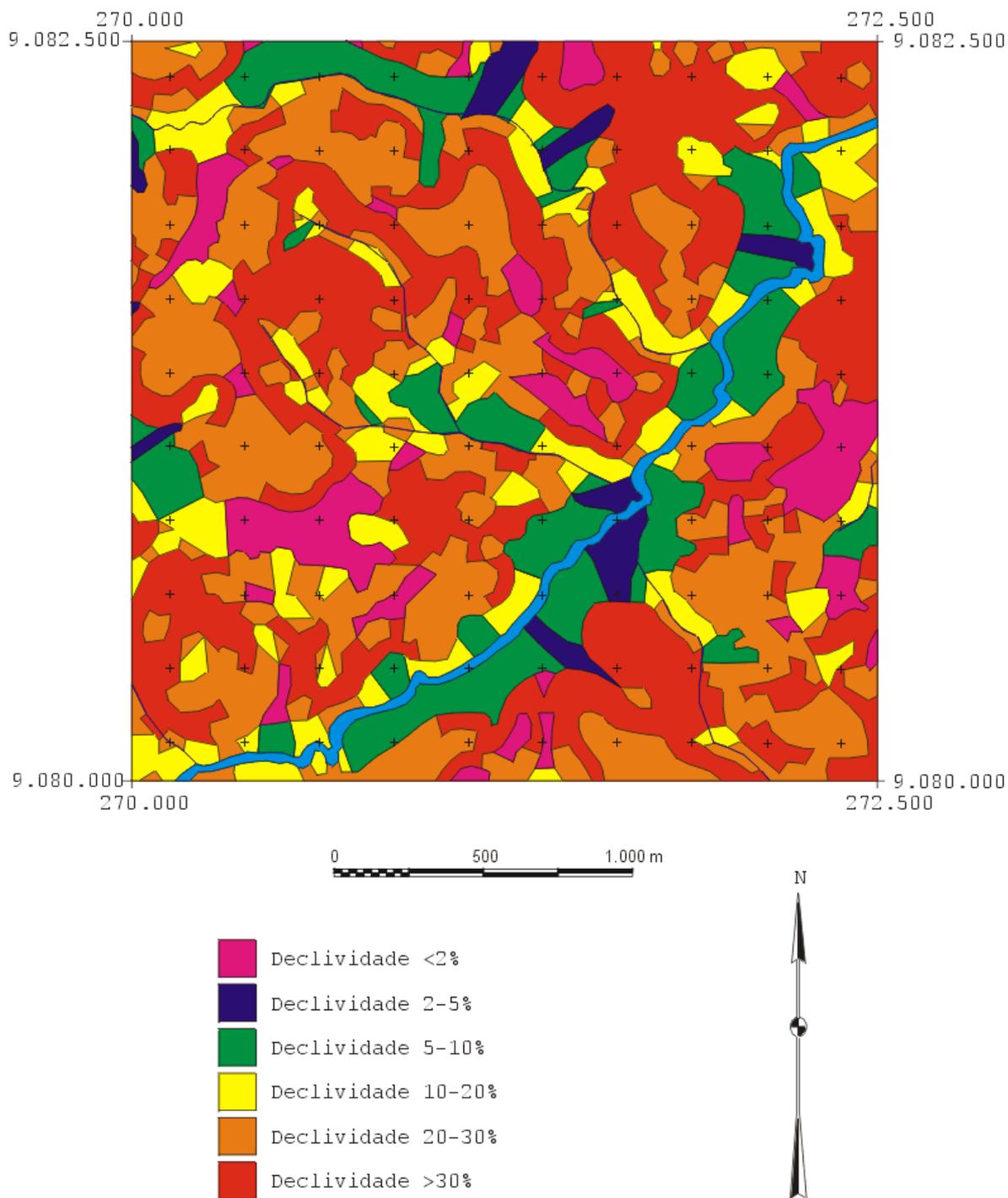
onde, EB = Eqüidistância
IC = Intervalo de classe
EB = Escala base

$$X = \frac{100 \times EQ / 2}{IC} \times EB$$

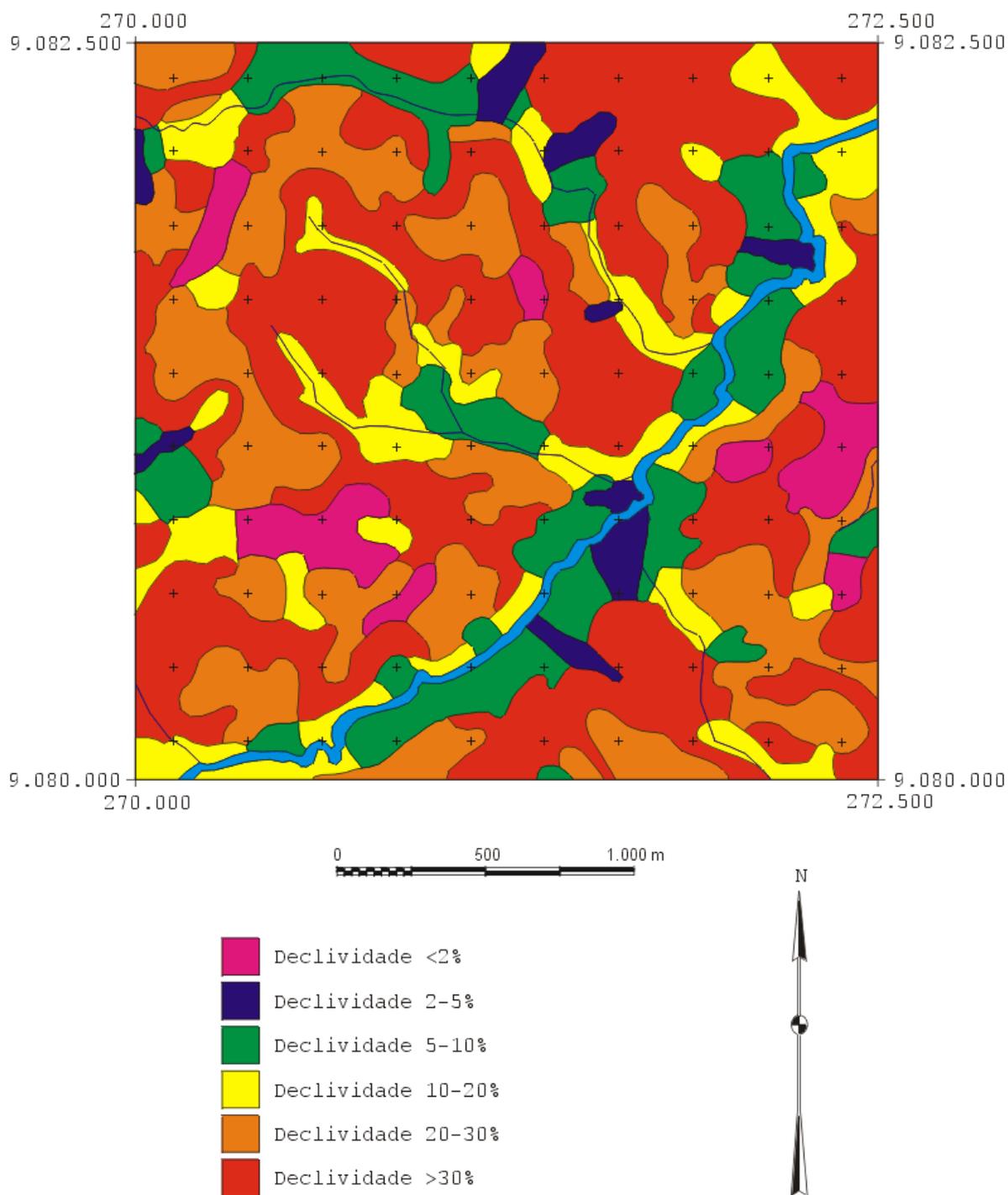
onde, EB = Eqüidistância
IC = Intervalo de classe
EB = Escala base



Distribuição das células amostrais utilizadas no teste Qui-quadrado.



Parte da carta de declividade preliminar.



Parte da carta de declividade com generalização de 4 mm².

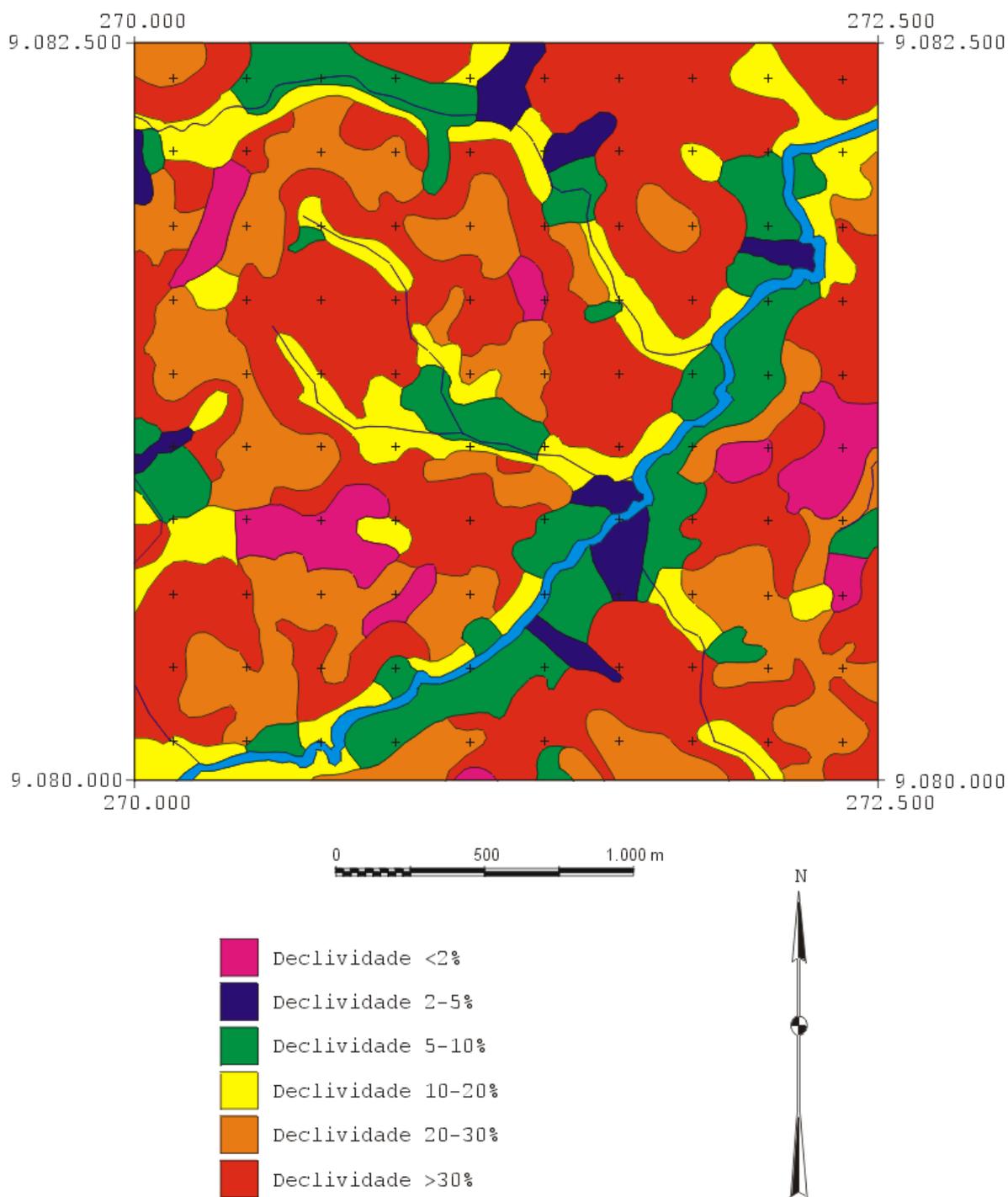
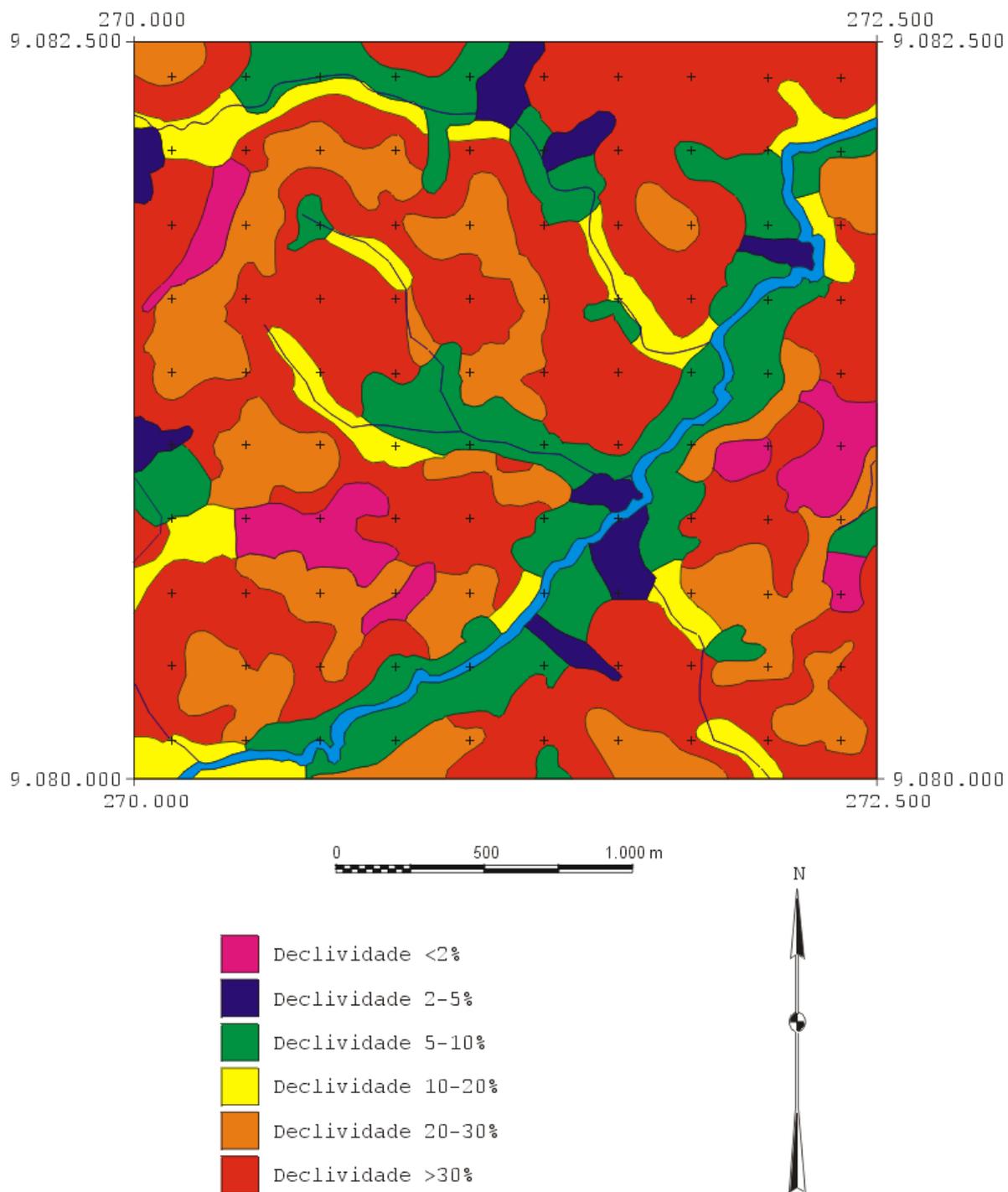
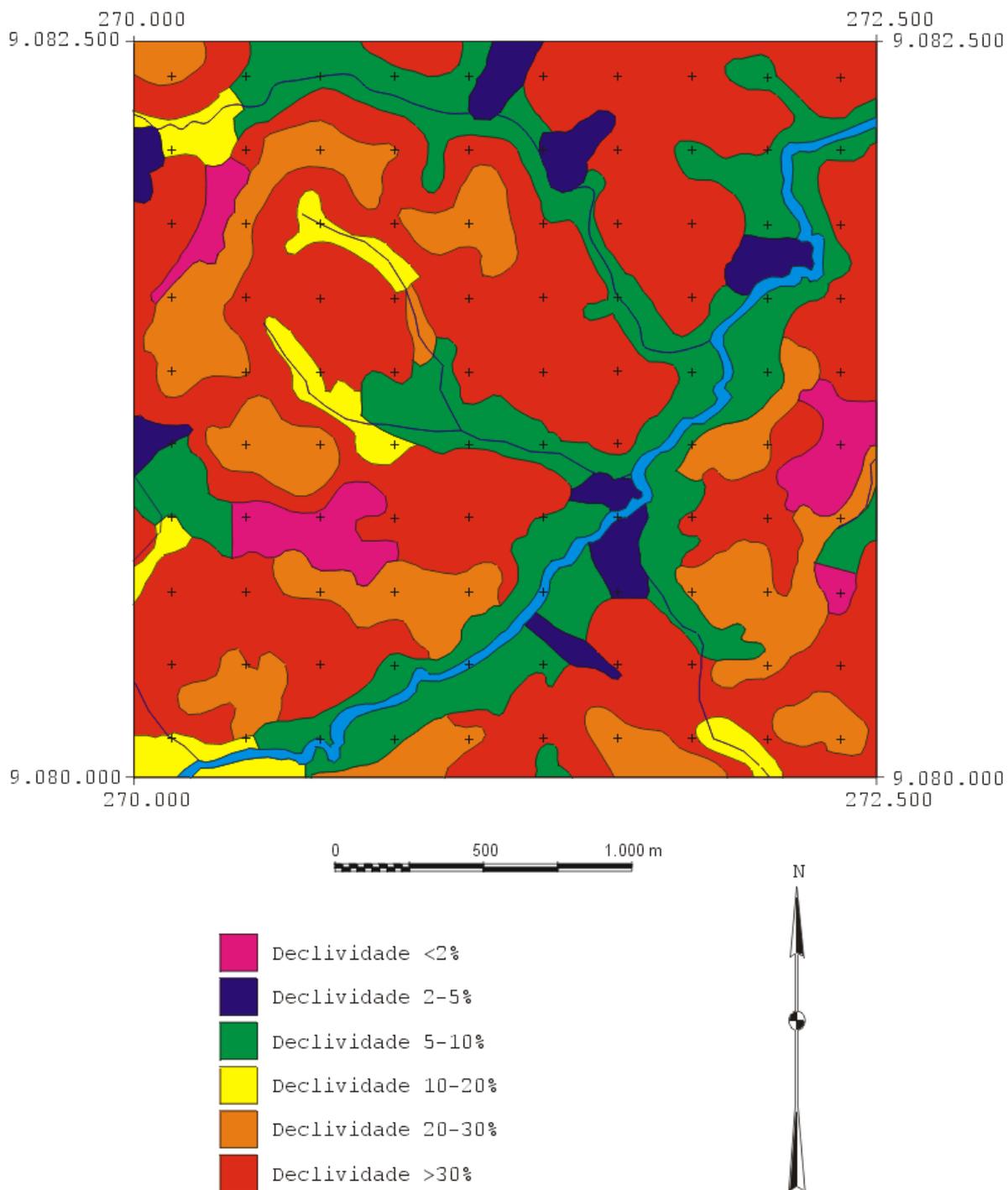


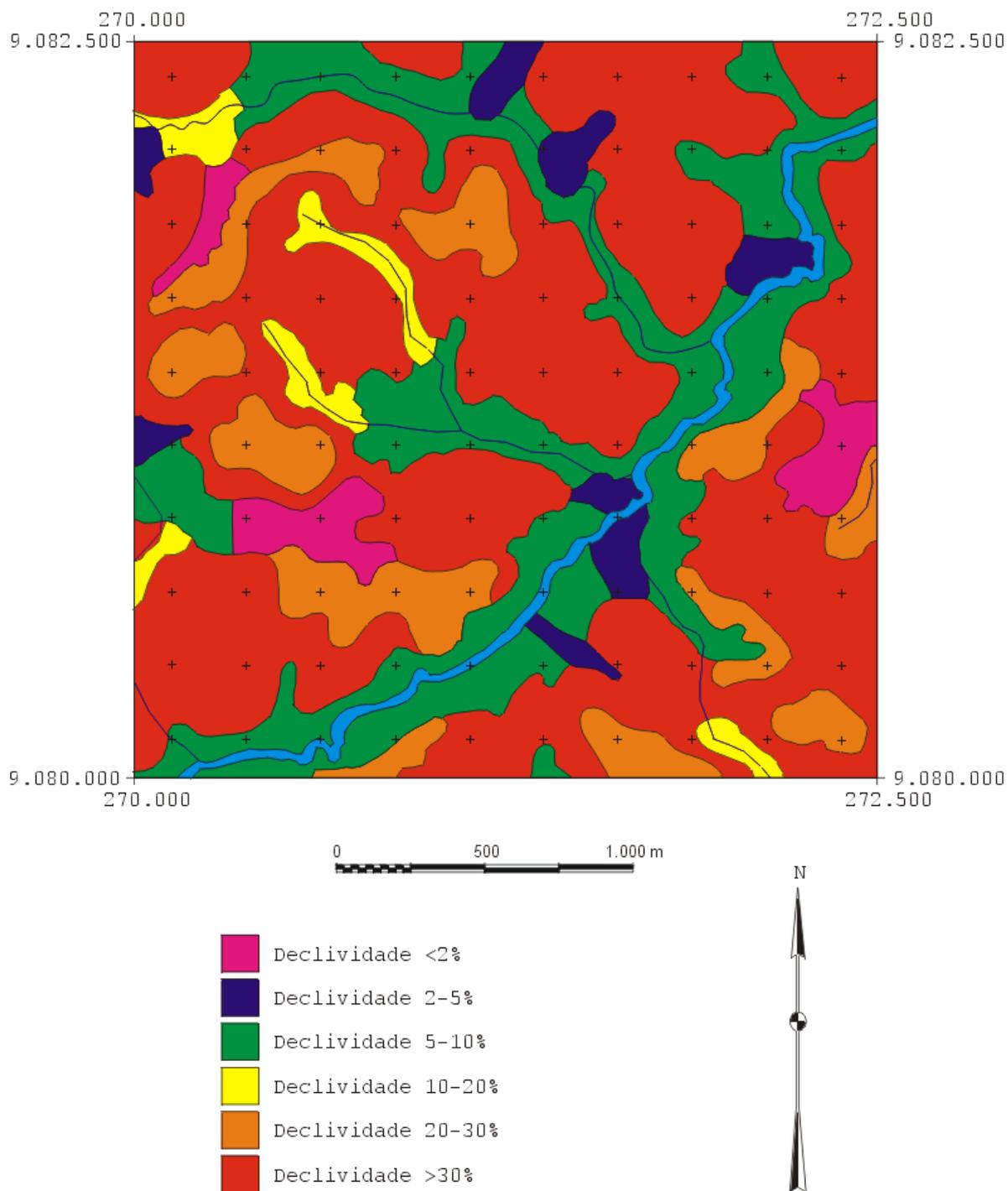
Figura 9.7 - Parte da carta de declividade com generalização de 9 mm².



Parte da carta de declividade com generalização de 16 mm².



Parte da carta de declividade com generalização de 25 mm¹.

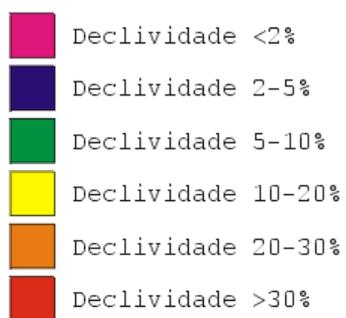
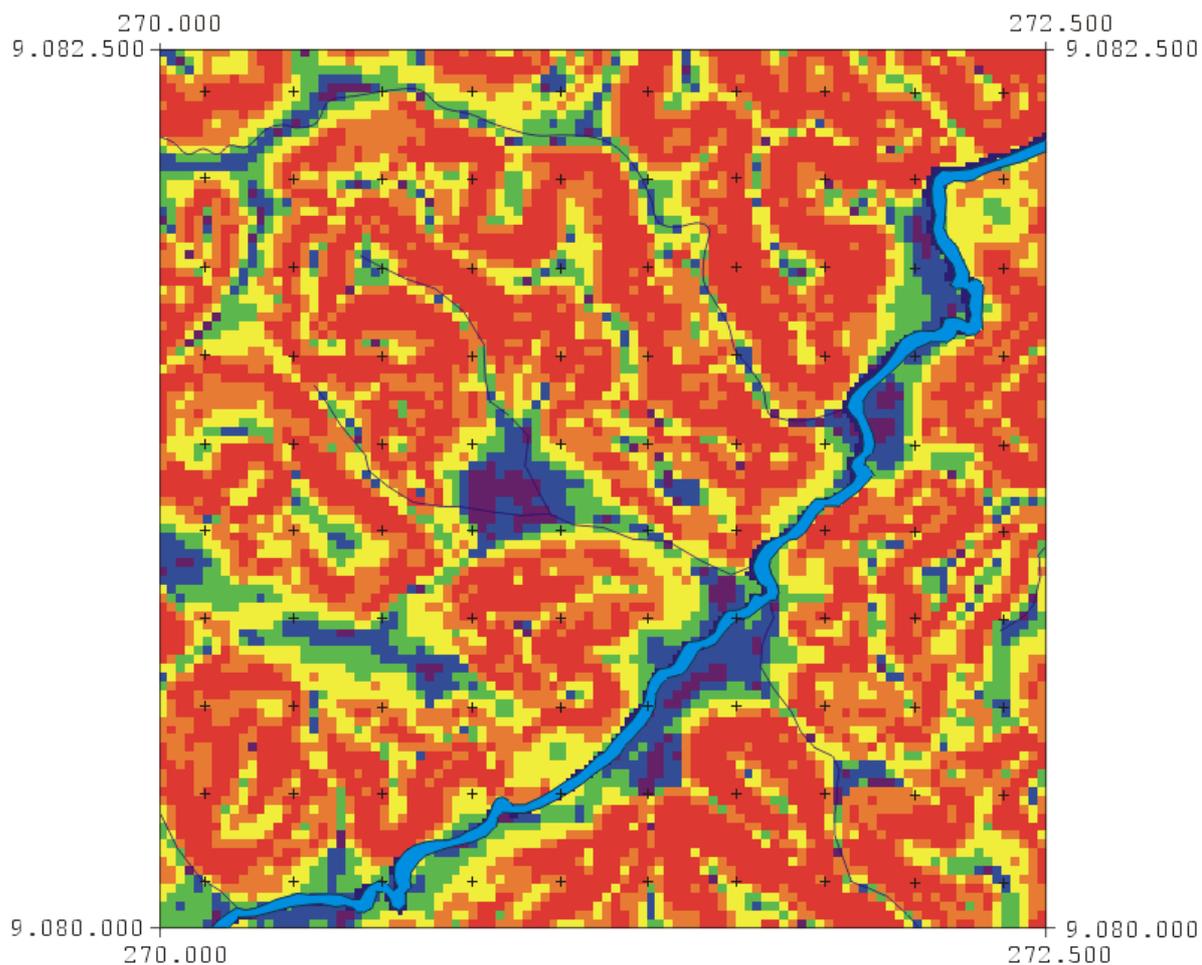


Parte da carta de declividade com generalização de 36 mm².

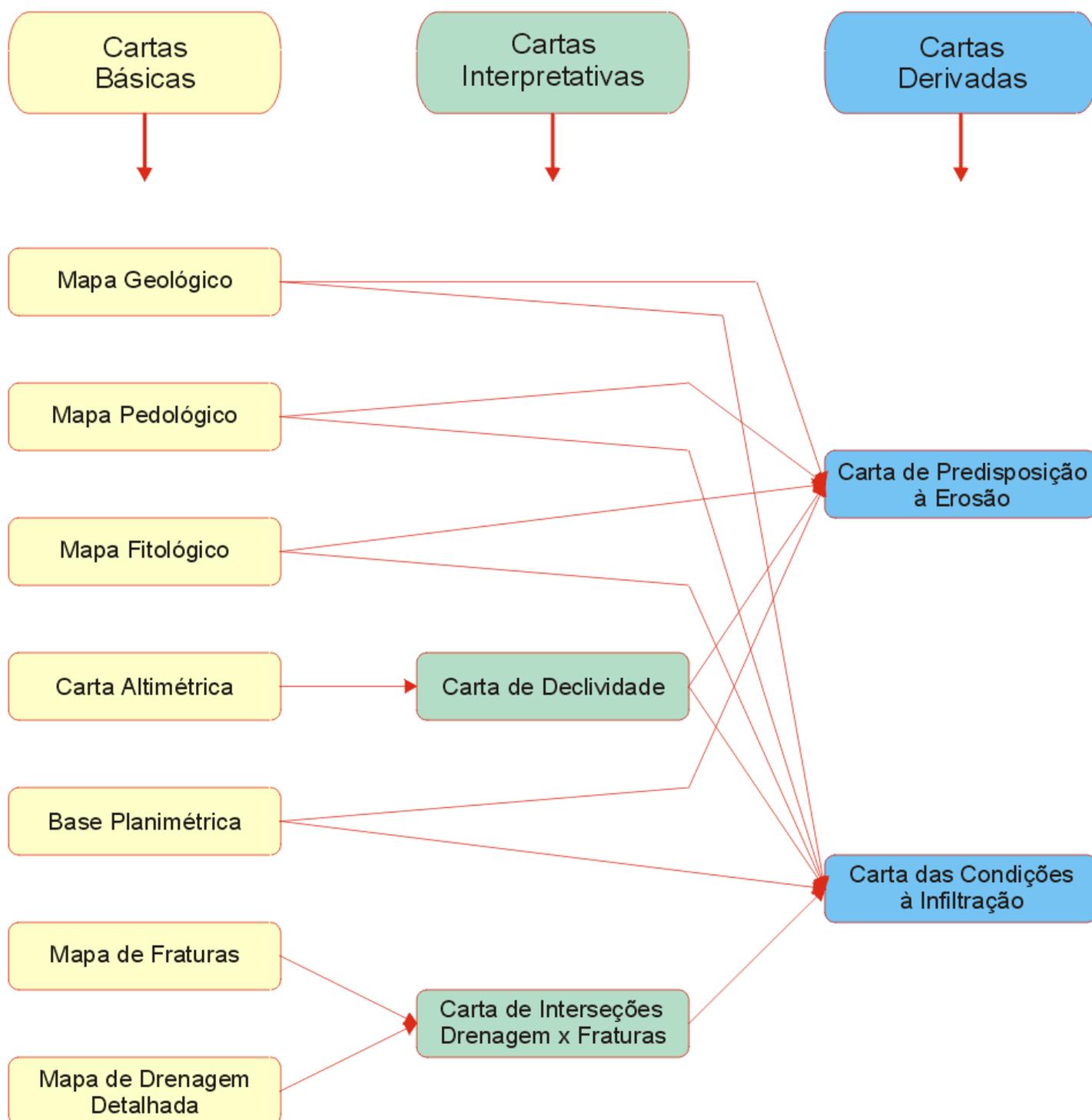
$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

onde, E = Valores da carta preliminar

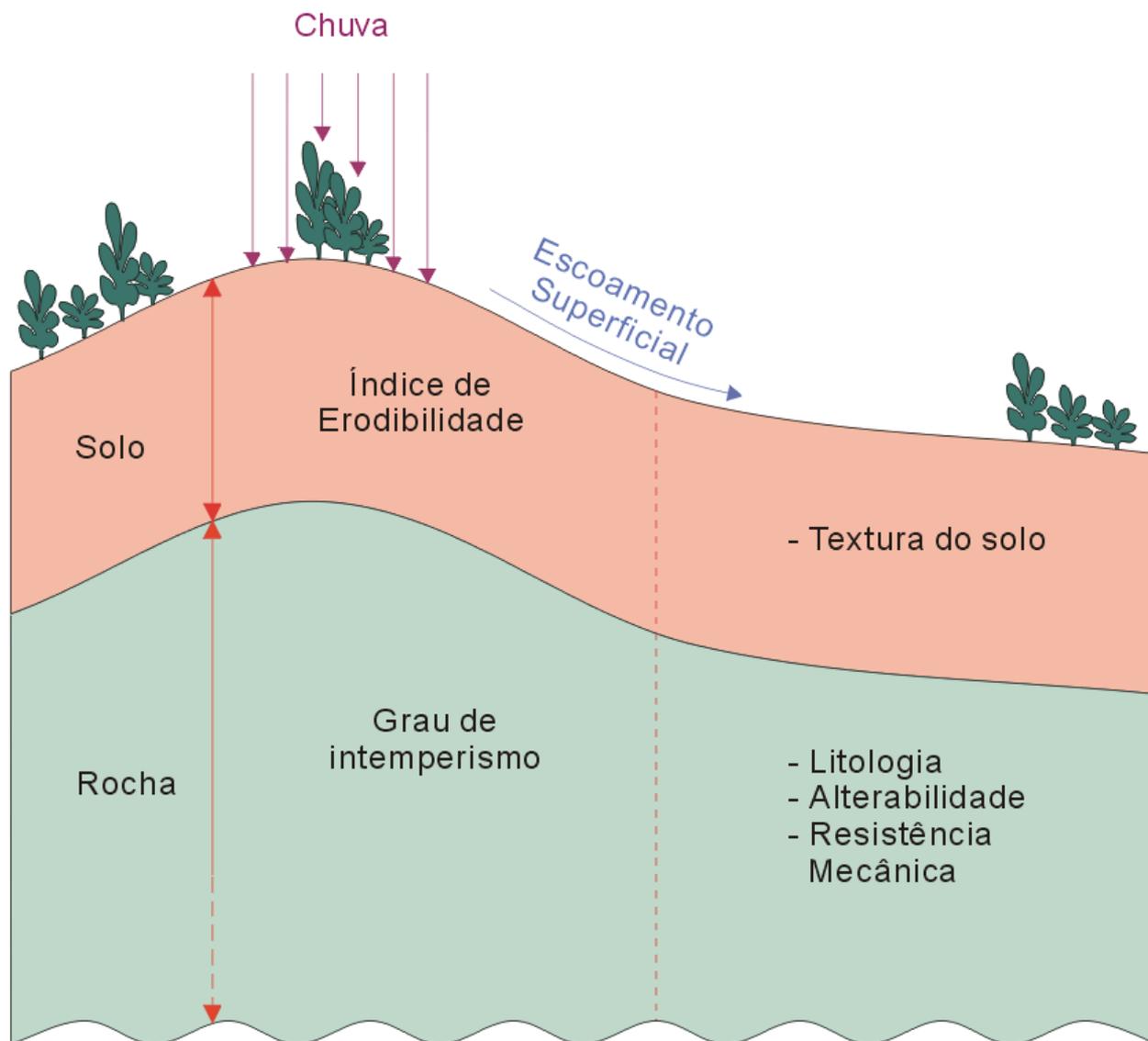
O = Valores da carta generalizada



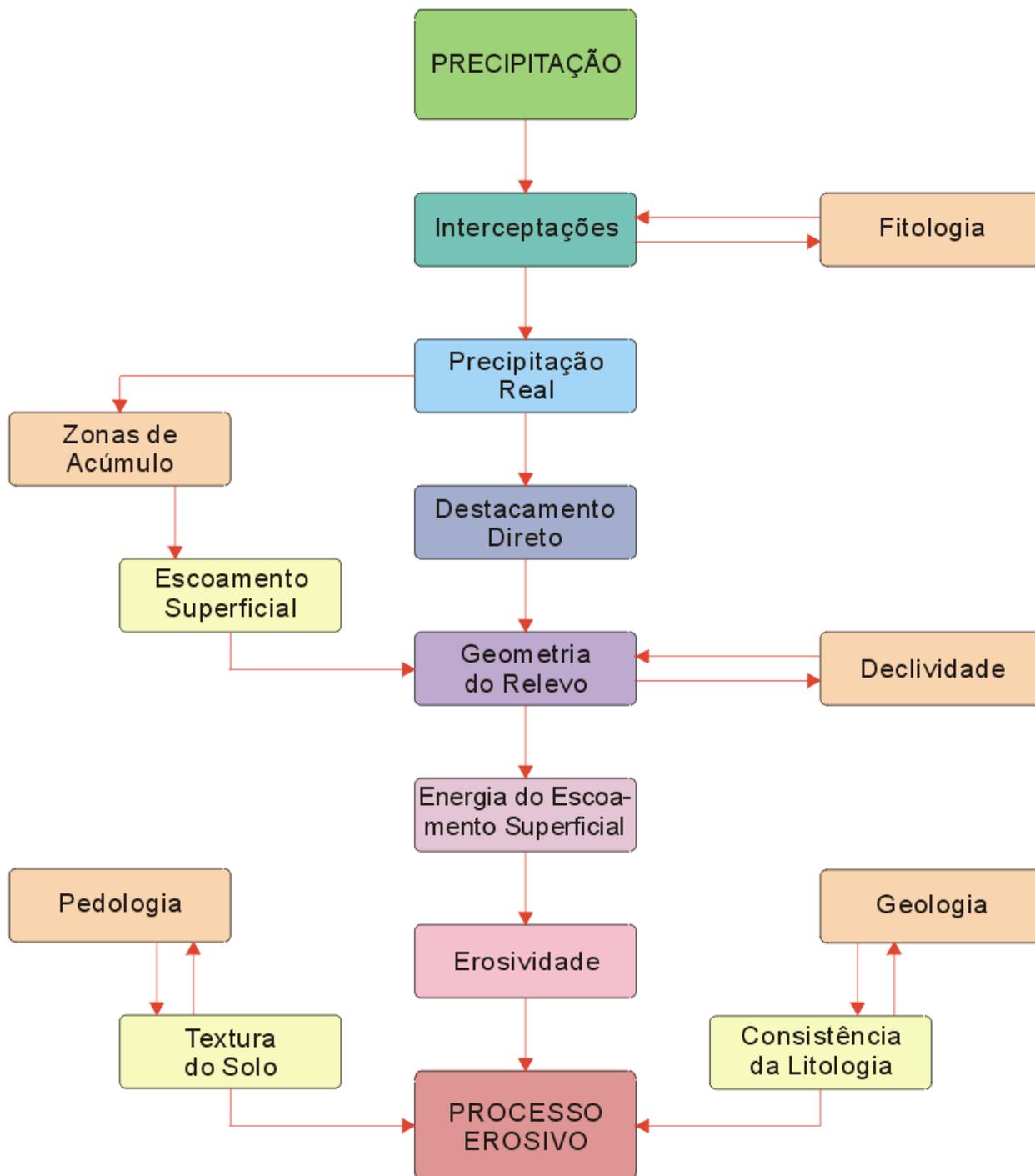
Parte da carta de declividade automática.



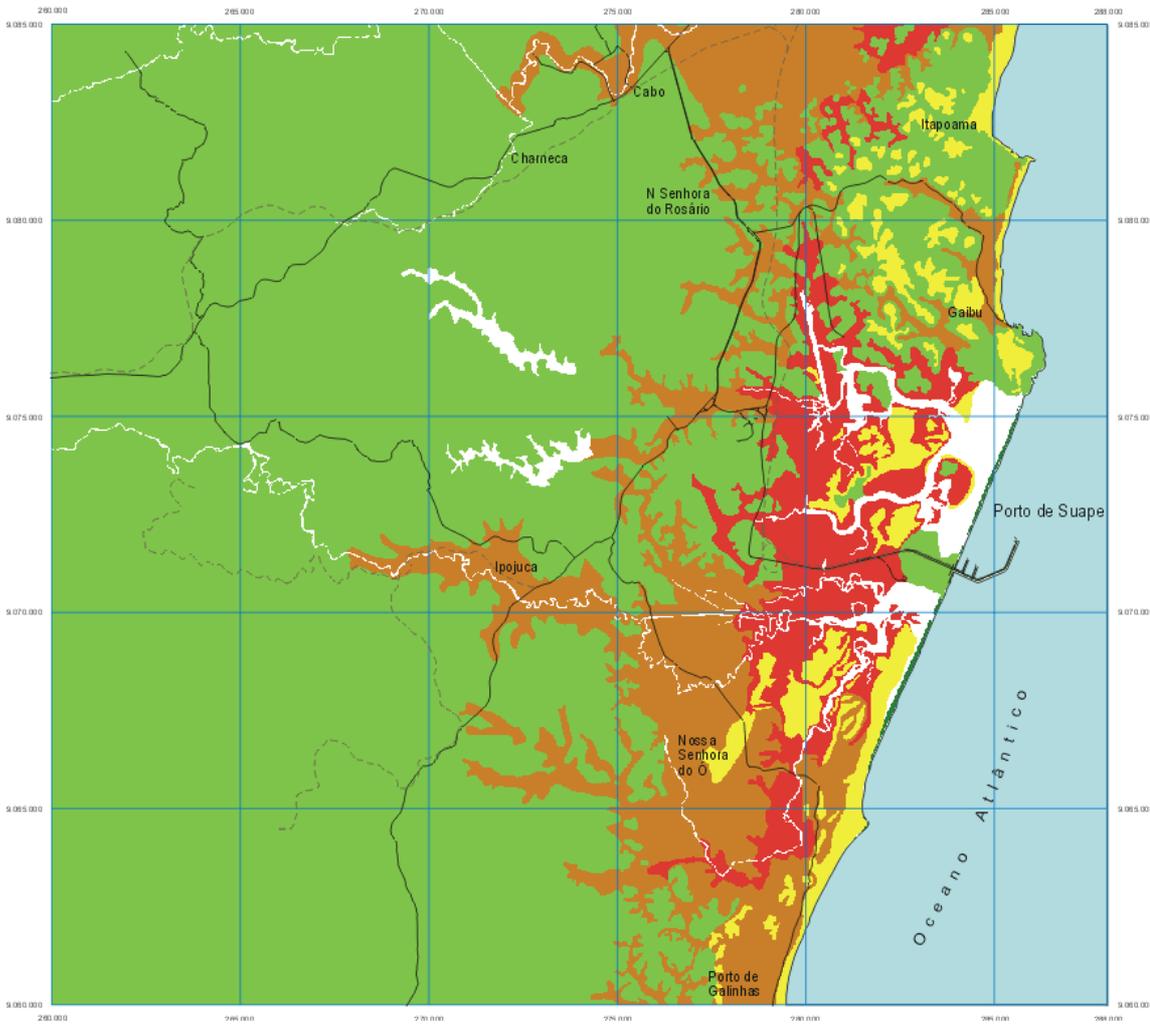
Modelo adotado na elaboração das cartas derivadas.



Princípio do desenvolvimento do processo erosivo.



Fluxograma para elaboração da Carta de Predisposição à Erosão.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

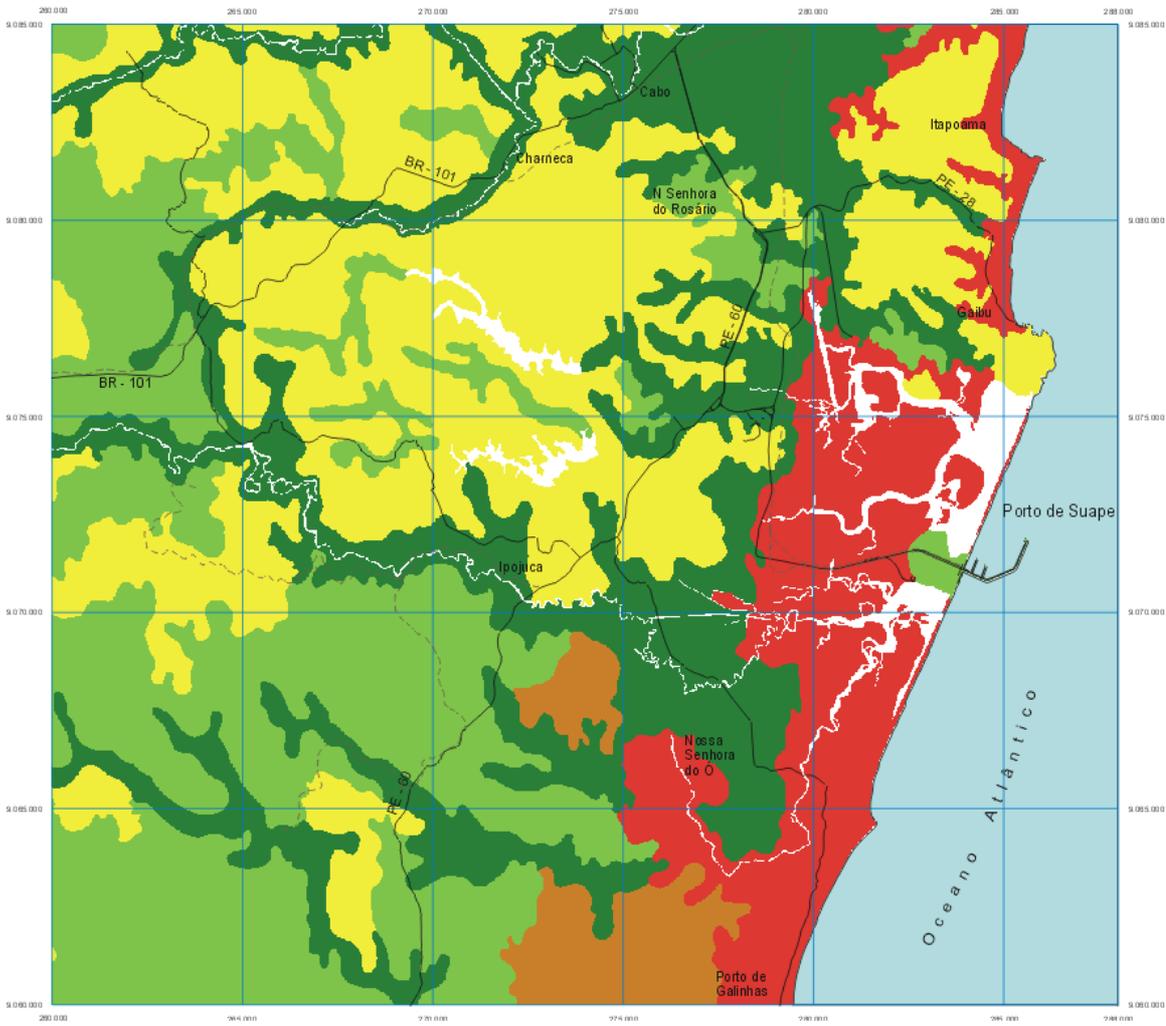


Base planimétrica elaborada através da digitalização das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da projeção UTM: Equador Meridiano 33° W.G.R. As cotas são as cotas de 10.000m e 500m, respectivamente.

Doutorando: Sérgio Montezuma Santos da Terra
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valsechi Zlotoff

Rio Claro
1998

Carta da Influência da Geologia na Predisposição à Erosão.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

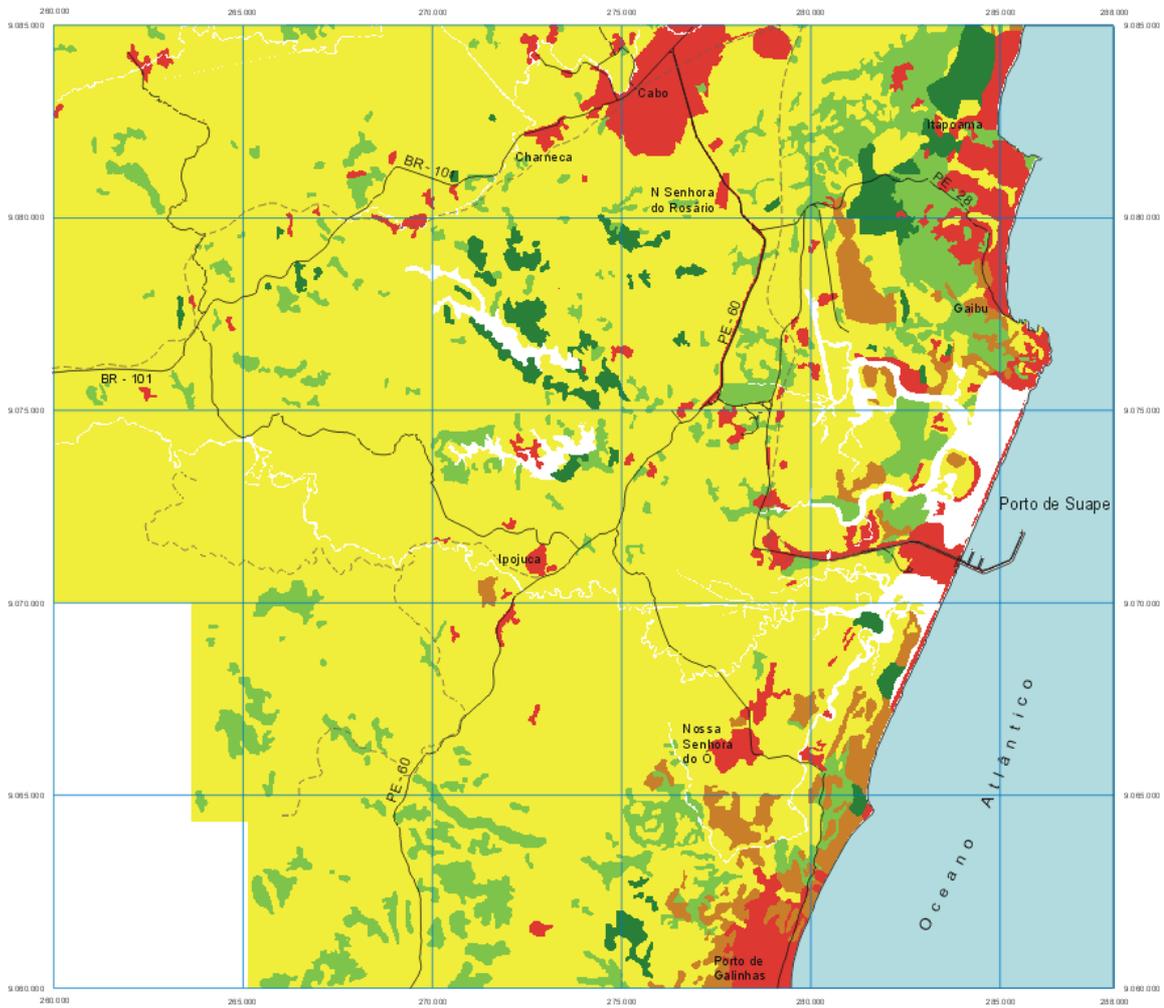


Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. O referencial é a projeção UTM Equador Meridiano 33° W.G.P. As cores das áreas variam de 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Doutorando: Sérgio Moura e Silva
Orientador: Prof. Dr. Lazaro Valesini Zaque

Rio Claro
1998

Carta da Influência da Pedologia na Predisposição à Erosão.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

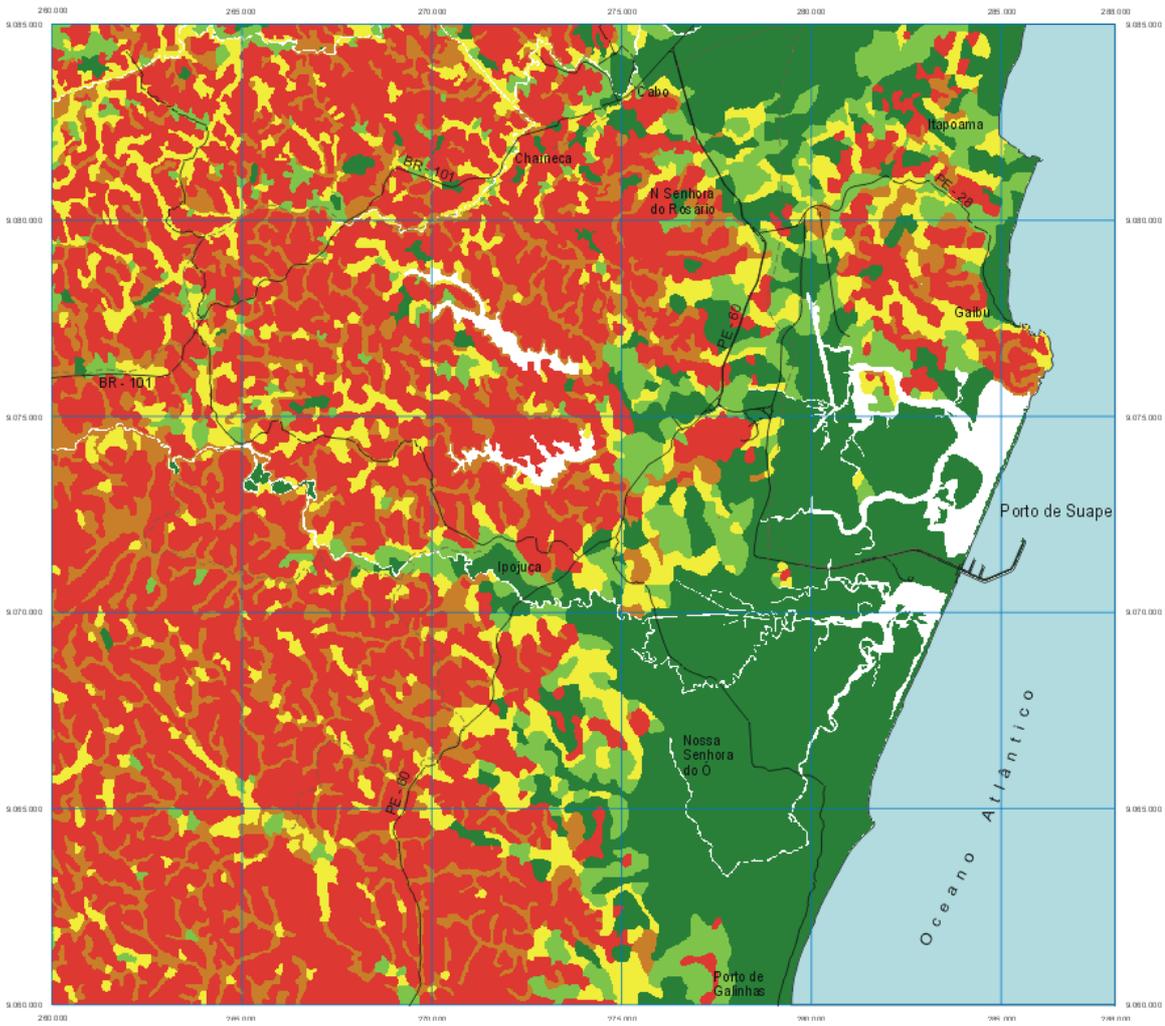


Base planimétrica e laborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Selada, Ipojuca e Porto da Gamboa. Origem da projeção UTM - Equador Meridiano 33 W - GR. Ações das cotas são 10.000m e 300m, respectivamente.

Elaborado: Sérgio Moritzima Salto e Il Geirra
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Vainetti Zappette

Rio Claro
1998

Carta da Influência da Fitologia na Predisposição à Erosão.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

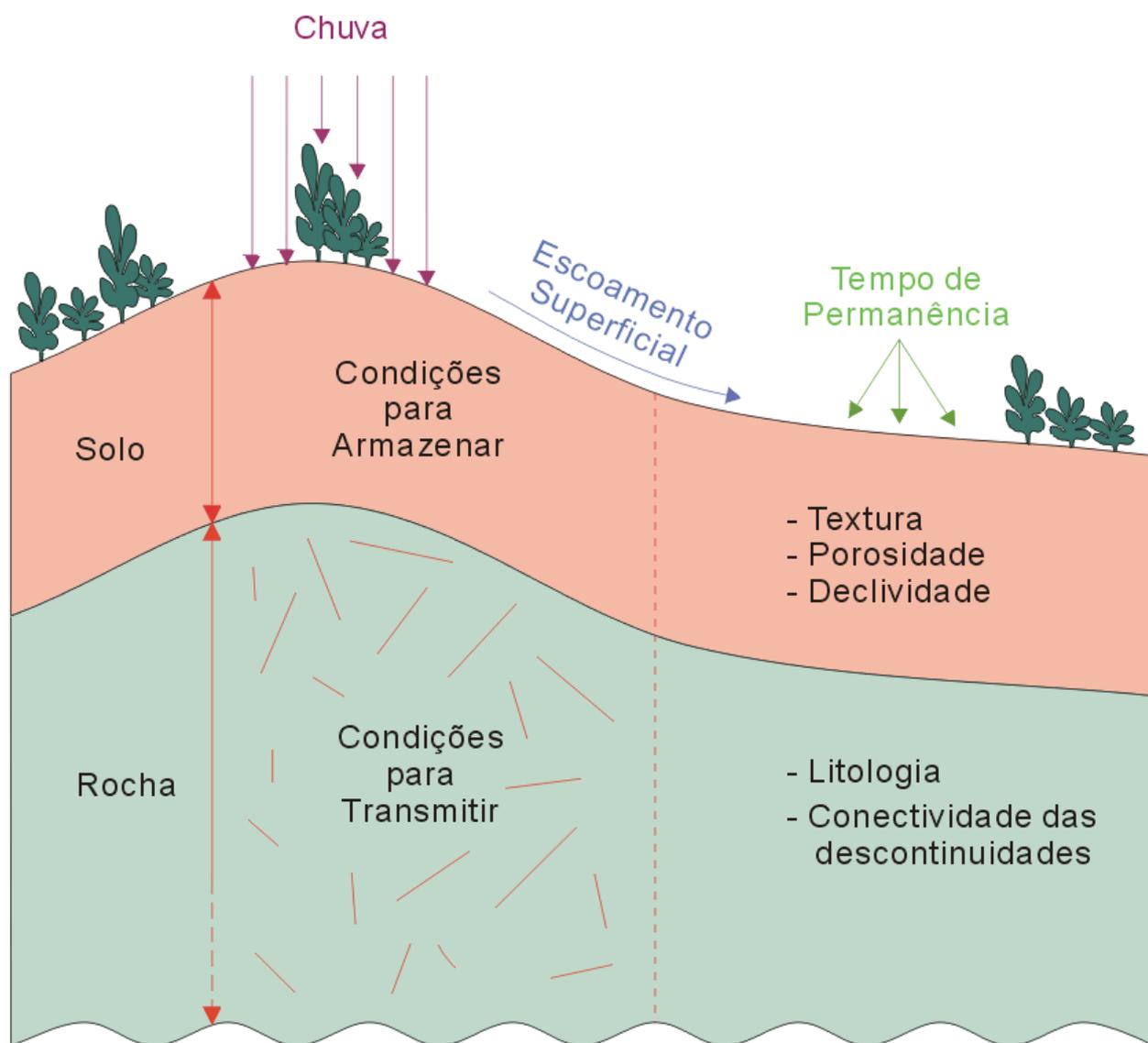


Base planimétrica e laborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilometragem UTM "Equador Meridiano 33°W.G.P.". As coordenadas constantes 10.000 km e 300 km, respectivamente.

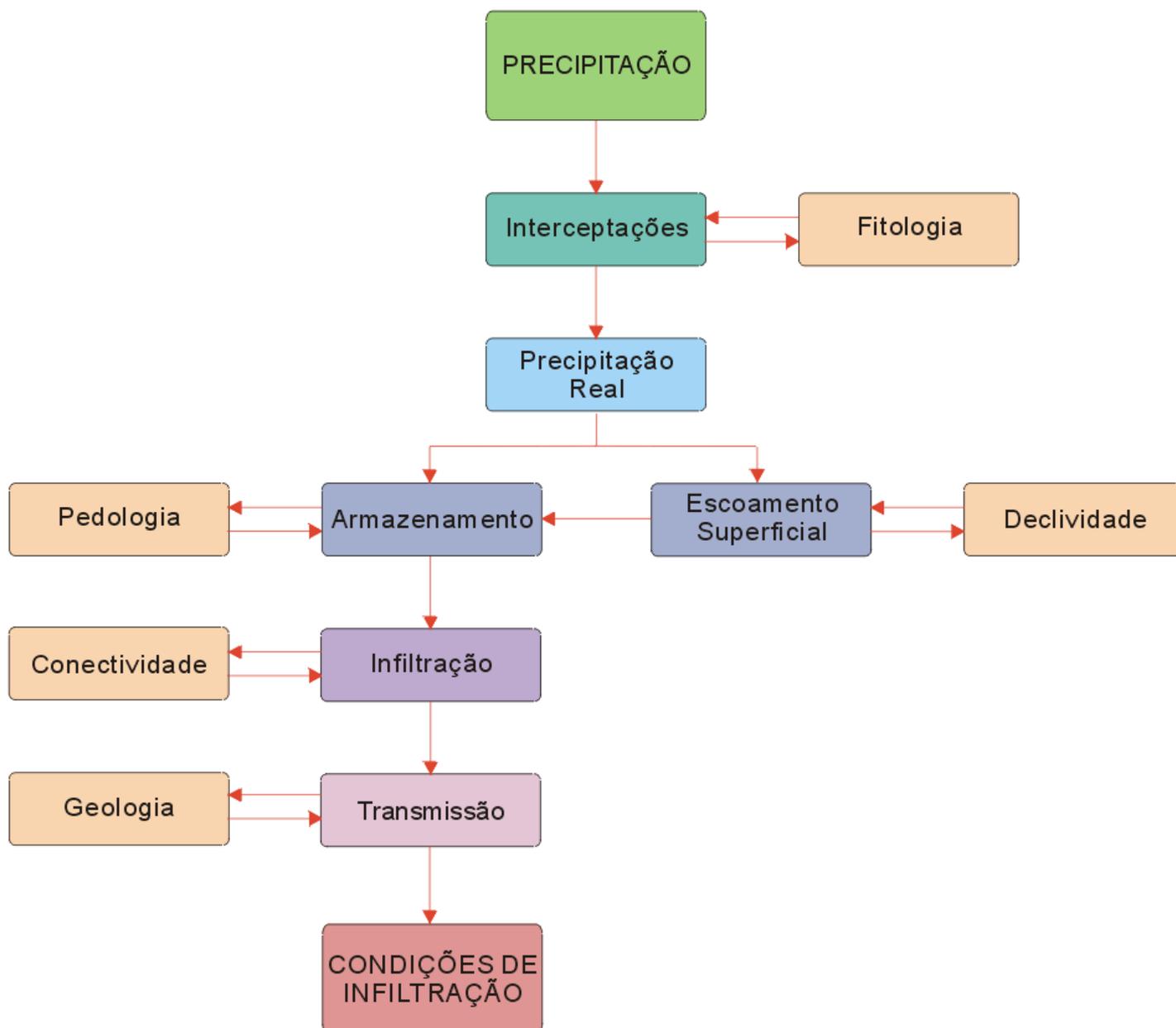
Doutorando: Sérgio Monteiro da Silva e Igor
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Vilela de Albuquerque

Rio Claro
1998

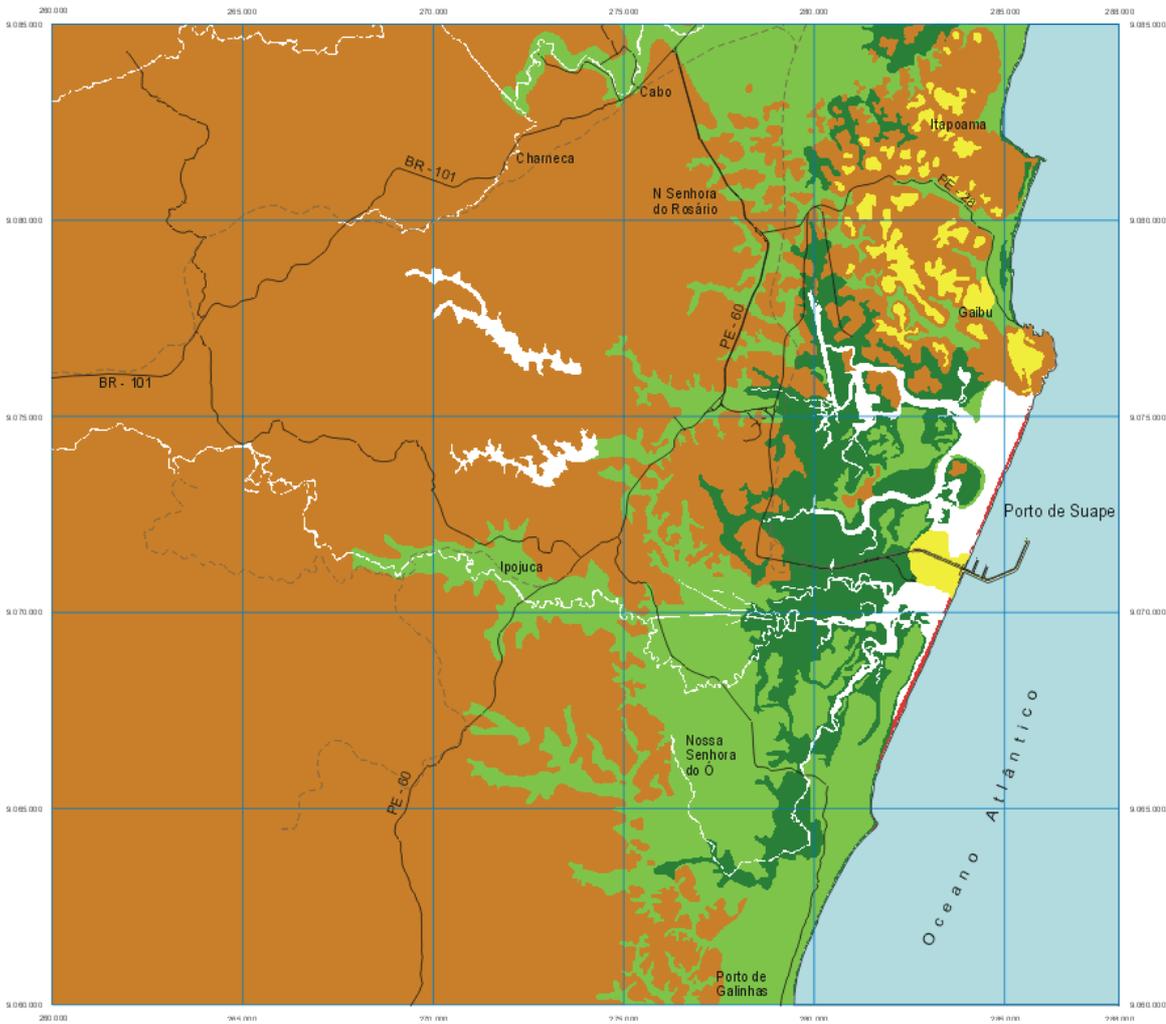
Carta da Influência da Declividade na Predisposição à Erosão.



Princípio das Condições de Infiltração.



Fluxograma pa elaboração da Carta das Condições de Infiltração.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

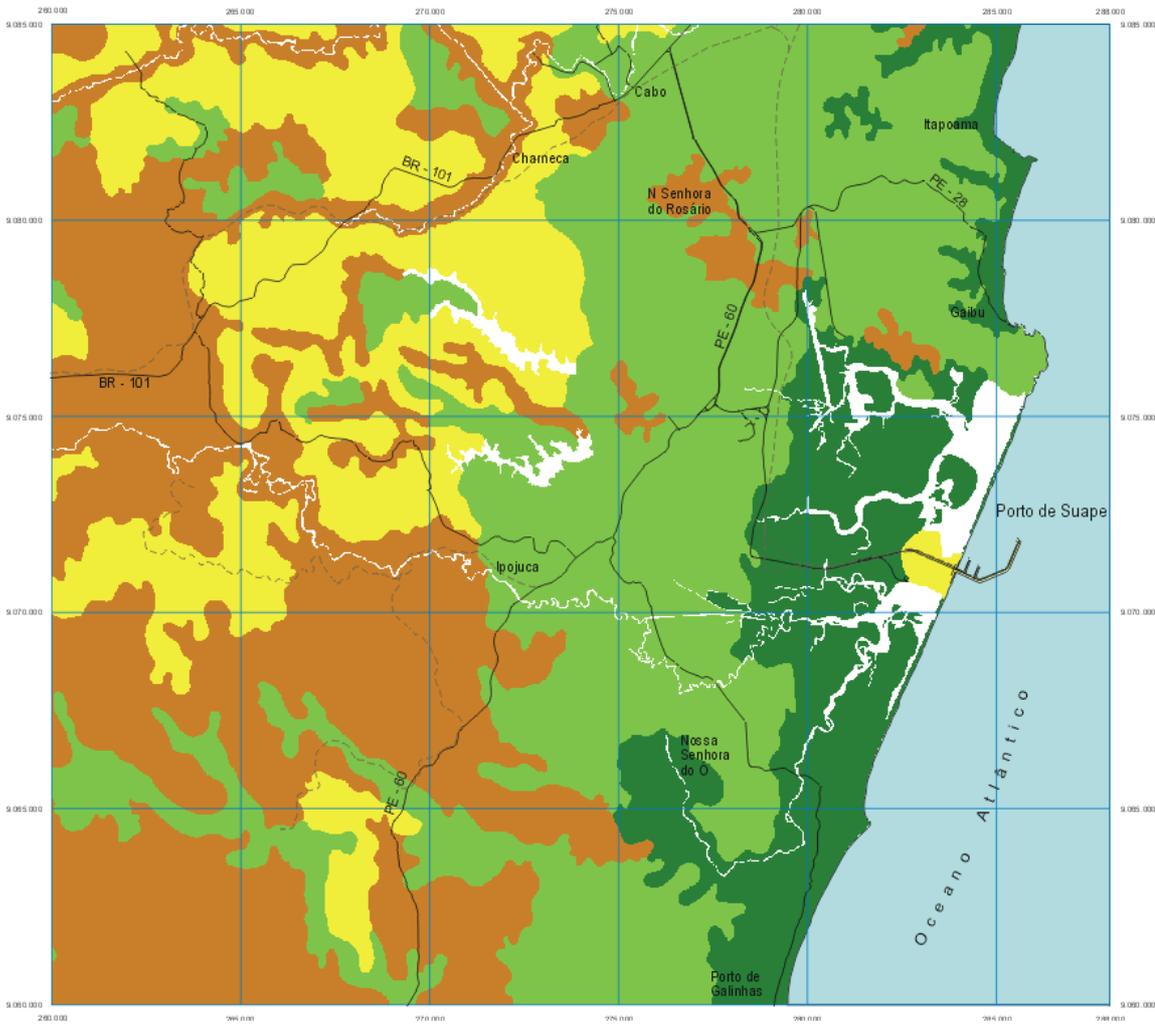


Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo Santo Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilometragem UTM "Equador e Meridiano 33° W.G.R." A escala das coordenadas é 10.000m e 500m, respectivamente.

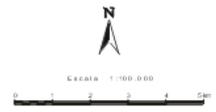
Doroteado: Sérgio Mouton e Maria Salloum e Igor
Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valentim Zaque

Rio Claro
1998

Carta da Favorabilidade da Geologia às Condições de Infiltração.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

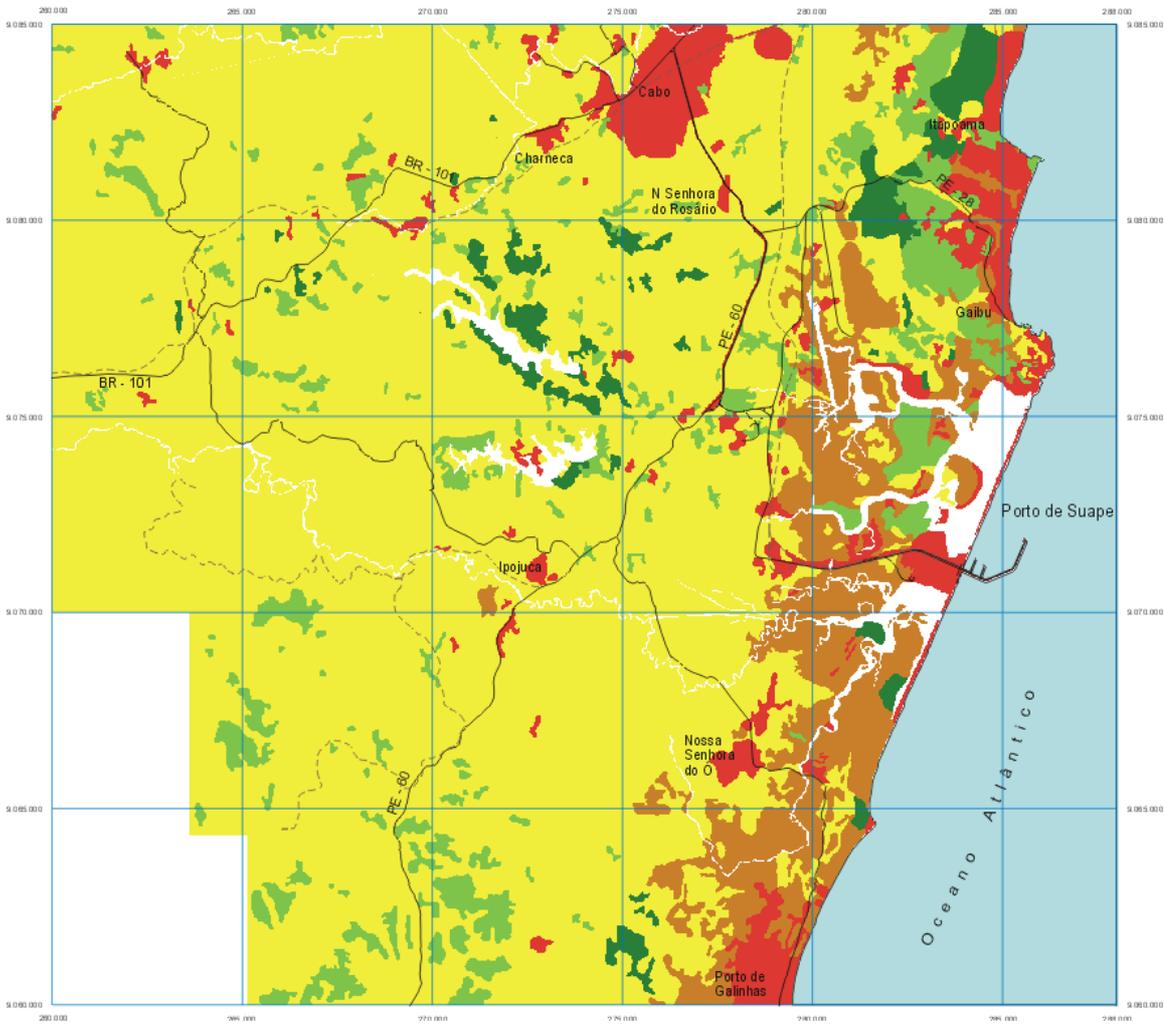


Base planimétrica e laborada através da ortofotografia das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Poço da Gamboa. Origem da quilometragem UTM "Equador, Meridiano 33°WGR." A cada 100 metros as cotas são 10.000m e 500m, respectivamente.

Desenvolvido por Sérgio Mosteizima Santos e Igor de Araujo Orientador: Prof. Dr. Lázaro Valério de Albuquerque

Rio Claro
1998

Carta da Favorabilidade da Pedologia às Condições de Infiltração.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

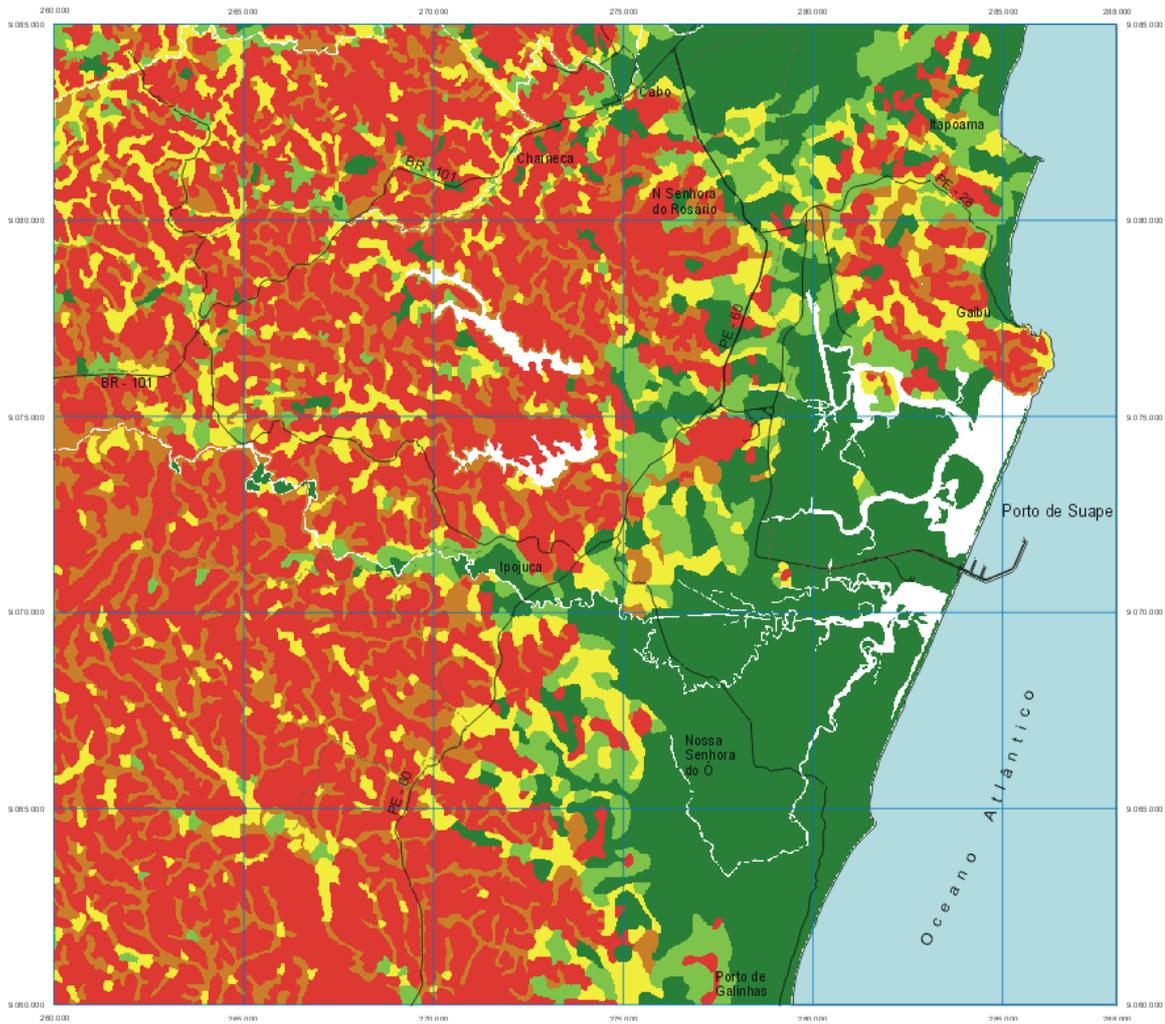


Base planimétrica e elaborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo Santo Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Poita da Gamboa. O origem da projeção UTM "Equador e Meridiano 33° W.G.R.". A escala das coordenadas é 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Doutorando: Sérgio Moura Bezerra Santos e IIG e Rio Claro e autor: Prof. Dr. Lázaro Vaz e IIG e Rio Claro

Rio Claro 1998

Carta da Favorabilidade da Fitologia às Condições de Infiltração.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

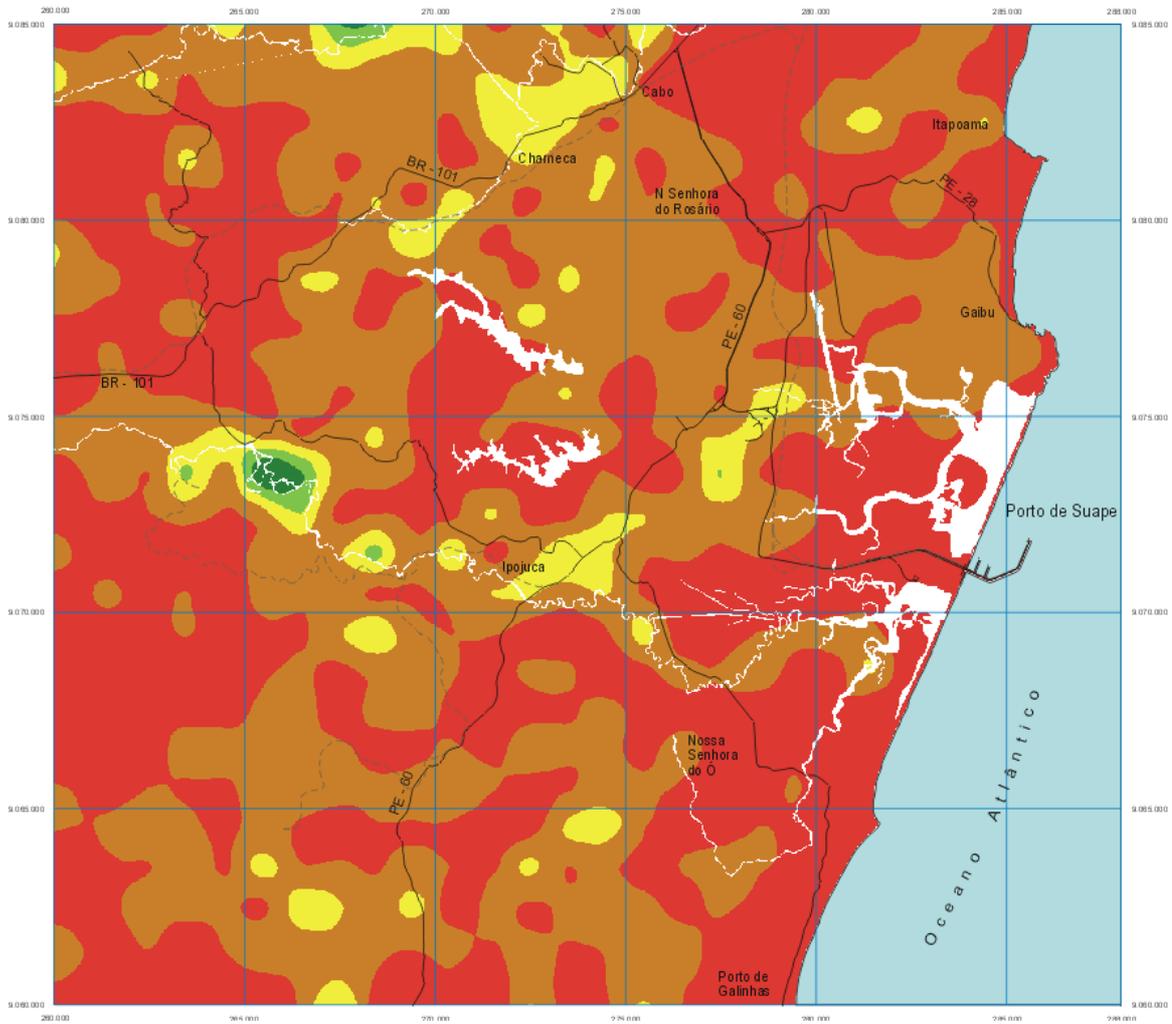


Base planimétrica e laborada através da articulação das folhas Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da projeção UTM "Equador e Meridiano 33° W.G.R." A cores obtidas as cores base 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Dois dados: Sérgio Monteiro de Sá e João Inácio Terra. Orientador: Prof. Dr. Lázaro Vaz de Albuquerque.

Rio Claro
1998

Carta da Favorabilidade da Declividade às Condições de Infiltração.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta

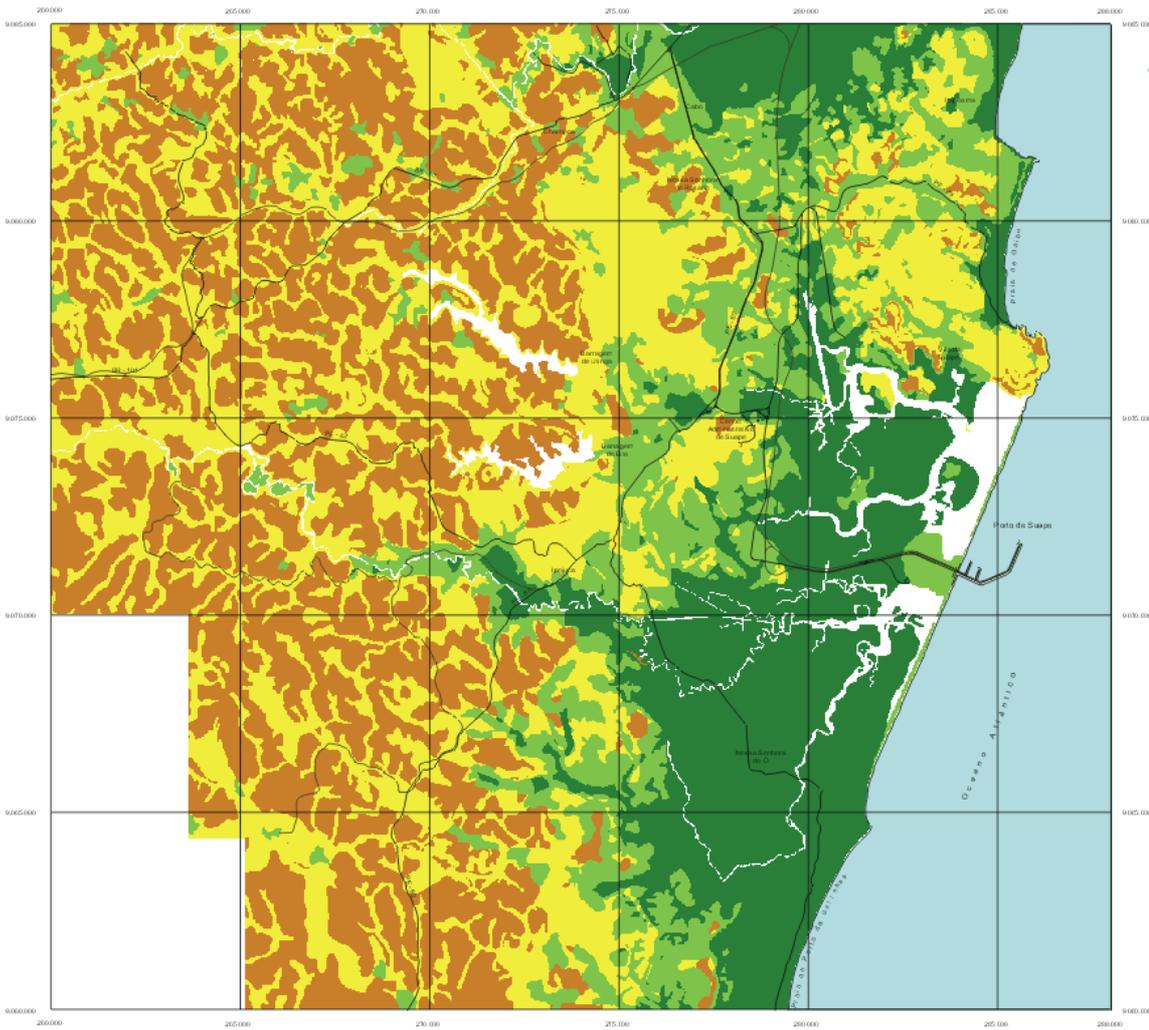


Base planimétrica elaborada através da articulação das folhas: Escada, Cabo, Cabo São Agostinho, Pedra Seada, Ipojuca e Ponta da Gamboa. Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 33° WGR. Ações das coordenadas 10.000km e 500km, respectivamente.

Dois dados: Sérgio Moura e Zaira Saetia e Igor
O Rio Claro: Prof. Dr. Lázaro Valente Zaque

Rio Claro
1998

Carta da Favorabilidade das Interações às Condições de Infiltração.



- Muito Baixa
- Baixa
- Moderada
- Alta
- Muito Alta



Escala 1:50.000


Rio Claro
1998

Diretor Geral: Sérgio Menezes e Sá
 Diretor de Geodésia e Cartografia: Prof. Dr. Luciano Veloso de Albuquerque

Base geodésica elaborada no Instituto de Geodésia da UNESP, com o uso de estações totais e GPS. O sistema de coordenadas utilizado é o SIA (Sistema Brasileiro de Coordenadas). A escala da carta é de 1:50.000.

Carta de Condições de Infiltração.