

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR DO
PLANALTO ATLÂNTICO E PROVÍNCIA COSTEIRA,
ENTRE SALESÓPOLIS E SÃO SEBASTIÃO, SP**

Simone Sandra Sonvesso

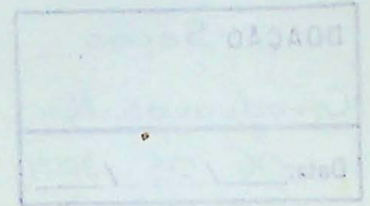
Orientador: Prof. Dr. Ginaldo Ademar da Cruz Campanha
Co-Orientador: Silvio Takashi Hiruma

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2003/51)

TF
S699
SS.a

SÃO PAULO
2003

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



**ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR DO PLANALTO
ATLÂNTICO E PROVÍNCIA COSTEIRA, ENTRE SALESÓPOLIS
E SÃO SEBASTIÃO, SP**

Simone Sandra Sonvesso

Orientador: Prof. Dr. Ginaldo Ademar da Cruz Campanha
Co-Orientador: Silvio Takashi Hiruma



MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-51/2003)

SÃO PAULO
2003

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DOAÇÃO Seção
Graduação - IG
Data: 06/05/2004

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR DO PLANO
ATLÂNTICO E PROVÍNCIA COSTEIRA, ENTRE SALESÓPOLIS
E SÃO SEBASTIÃO, SP

Simone Sandra Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Adam de Cruz Campesato
Co-Orientador: Silvio Teixeira Júnior

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(19-51/2003)

SÃO PAULO
2003



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900014503

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR DO
PLANALTO ATLÂNTICO E PROVÍNCIA COSTEIRA,
ENTRE SALESÓPOLIS E SÃO SEBASTIÃO, SP**

SIMONE SANDRA SONVESSO



Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ginaldo Ademar da Cruz Campanha

Prof. Dr. Claudio Riccomini

Prof. Ian McReath

São Paulo

2003

TF
5699
SS.a

INSTITUTO DE GEOLOGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR DO
PARANÁO ATLÂNTICO E PROVÍNCIA COSTEIRA
ENTRE S. ESTEOPOLIS E SÃO SEBASTIÃO, SP



SIMONE BARBOSA SOUZA

Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso

Banco Examinador

Prof. Dr. Roberto Adams de Cruz Campos
Prof. Dr. Carlos Roberto
Prof. Dr. Roberto

SUMÁRIO

SUMÁRIO	i
ABSTRACT	iv
RESUMO	v
AGRADECIMENTOS	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. METAS E OBJETIVOS	1
3. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	1
4. MATERIAIS E MÉTODOS	2
4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO	2
4.2. TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO	3
4.3. EXTRAÇÃO DE LINEAMENTOS	3
4.4. ANÁLISE CARTOGRÁFICA E MORFOMÉTRICA	4
5. TRABALHOS PRÉVIOS	5
5.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS	5
5.2. CONTEXTO E CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO	13
5.3. SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO	14
6. RESULTADOS OBTIDOS	19
6.1. MODELO DIGITAL DE TERRENO	19
6.2. LINEAMENTOS.....	19
6.3. MAPA HIPSOMÉTRICO	19
6.4. MAPA DE DECLIVIDADE	20
6.5. MAPA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES	20
6.6. MAPA DE ISOBASES	21
6.7. BACIAS E DRENAGENS.....	21
6.8. MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM	22
6.9. MAPA DE DENSIDADE DE LINEAMENTOS	22
6.10. MAPA DE RUGOSIDADE DE RELEVO	23
7. INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS	36
7.1. COMPARTIMENTAÇÃO MORFOLÓGICA DA ÁREA.....	36
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ÍNDICE DE FIGURAS:

FIGURA 1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO

FIGURA 2: MAPA GEOLÓGICO

FIGURA 3: ESTRUTURAÇÃO GEOLÓGICA DE UM TRECHO DA ÁREA DE ESTUDO RETIRADO DE MAFRA (2000)

FIGURA 4: PERFIS DE ORIENTAÇÃO NE-SW MOSTANDO AS PRINCIPAIS ZONAS DE CISALHAMENTO DA REGIÃO E O SISTEMA DE CAVALGAMENTOS SÃO SEBASTIÃO MAFRA (2000)

FIGURA 5: RECORTE DO MAPA GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, IPT (1981), ILUSTRANDO AS FORMAS DE RELEVO DA ÁREA DE ESTUDO

FIGURA 6: RECORTE DO MAPA GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, IPT (1981)

FIGURA 7: MAPA GEOMORFOLÓGICO DO PLANALTO DO JUQUERIQUERÊ EXTRAÍDO DE CAMPANHA *et al.* (1994)

FIGURA 8: MODELO DIGITAL DE TERRENO

FIGURA 9: EXTRAÇÃO DE LINEAMENTOS DO MAPA DE SOMBREAMENTO DE RELEVO (AZIMUTE 45° INCLINAÇÃO SOLAR" A 45°

FIGURA 10: EXTRAÇÃO DE LINEAMENTOS DO MAPA DE SOMBREAMENTO DE RELEVO (AZIMUTE 90°, "INCLINAÇÃO SOLAR" A 45°

FIGURA 11: EXTRAÇÃO DE LINEAMENTOS DO MAPA DE SOMBREAMENTO DE RELEVO (AZIMUTE 315°, "INCLINAÇÃO SOLAR" A 45°

FIGURA 12: MAPA DE LINEAMENTOS INTEGRADO

FIGURA 13: MAPA HIPSOMÉTRICO

FIGURA 14: MAPA DE DECLIVIDADE

FIGURA 15: MAPA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES

FIGURA 16: MAPA DE ISOBASES

FIGURA 17: MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM

FIGURA 18: MAPA DENSIDADE DE LINEAMENTOS

FIGURA 19: MAPA DE RUGOSIDADE DO RELEVO

TABELA 1: QUADRO SÍNTESE DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS E LITOLOGIAS DA ÁREA

ANEXOS:

ANEXOS:**ANEXO 1: MAPA DE REDE DE DRENAGEM****ANEXO 2: MAPA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES****ANEXO 3: MAPA MORFOLÓGICO SINTÉTICO**

RESUMO

A área de estudo está inserida no contexto do Rift Continental do Sudeste do Brasil, incorporando terrenos pré-cambrianos do Planalto Atlântico e da Província Costeira no estado de São Paulo. Técnicas morfométricas foram aplicadas na área, com o intuito de caracterizar as formas de relevo, identificar descontinuidades e anomalias na rede de drenagem, resultando em uma análise morfológica quantitativa. Mapas morfométricos e modelos digitais de terreno foram gerados, utilizando-se técnicas de geoprocessamento. Tais modelos proporcionaram uma visão tridimensional do relevo, realçando os diferentes níveis topográficos e as principais feições morfológicas. Mapas de sombreamento de relevo e de orientação de vertentes auxiliaram na identificação de lineamentos morfoestruturais, permitindo a identificação das seguintes feições principais: NE-SW, ENE-WSW, concordantes com a estruturação regional pré-cambriana do embasamento cristalino e NW-SE, NNE-SSW, possivelmente associadas a uma estruturação mais recente. Algumas destas estruturas correspondem a falhas de reativação, como ocorre no caso da Falha do Camburú. A distribuição espacial dos parâmetros morfométricos permitiu a compartimentação da área em domínios distintos, resultando em um mapa morfológico sintético. Os mapas morfométricos indicam um forte controle tectônico na organização da rede de drenagem e na compartimentação morfológica da área. As técnicas utilizadas mostraram-se adequadas para a identificação preliminar de áreas anômalas indicativas de controle tectônico, podendo auxiliar na análise morfotectônica.

ABSTRACT

The studied area belongs to the Continental Rift of the Southeastern Brazil and incorporates precambrian terrains of the Atlantic Plateau and the Coastal Province in the São Paulo State. Morphometric analysis was applied in order to characterize the landforms, identify discontinuities and anomalous areas related to the drainage network, resulting in a quantitative morphological analysis. Morphometric maps and digital terrain models were created using geoprocessing techniques. Such models permitted a general overview of the topography in order to point out the several topographic levels and the main morphological features. Shadowed relief and slope orientation maps helped in the identification of morphostructural lineaments. Morphostructural lineament analysis permitted the identification of the following trends: NE-SW, ENE-WSW, coherent with the regional precambrian structures, and NW-SE, NNE-SSW, probably related to more recent structures. Some of these lineament trends correspond to reactivation faults such as Camburú fault. The spacial distribution of the morphometric analysed parameters such as drainage density, relief roughness and isobase surfaces, permitted the subdivision of the area in sectors, resulting in a summarized morphological map. Morphometric maps also revealed a tectonic control in drainage network organization and in the morphological compartmentalization of the area. The techniques proved to be appropriated for the preliminary identification of anomalous areas that can indicate tectonic control, helping the morphotectonic analysis.

AGRADECIMENTOS

A realização desta monografia só foi viável devido a contribuição de muitas pessoas e institutos, ao longo de seu progresso. A autora exprime seus agradecimentos:

A Luiza Montezano Sonvesso (avó), que presta apoio constante em todos os momentos.

A Sueli Sandra Sonvesso (mãe) guerreira e todos os familiares que me apoiaram de uma forma ou de outra.

Ao Prof. Ninguém e geóloga Liliane pela força no direcionamento dos ideais.

Ao Prof. Dr. Ginaldo A.C. Campanha, grande personalidade do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do IGc – USP, orientador desta monografia, meus agradecimentos pelo apoio, incentivo, paciência e acompanhamento constante em todas as etapas do trabalho.

Ao geólogo Silvio Takashi Hiruma (Instituto Geológico), grande conhecedor das técnicas de análise morfométrica, co-orientador desta monografia, pela boa vontade e disponibilidade nas etapas mais intrínsecas do trabalho.

A todos os amigos principalmente Marcelo (Kutâneo) disponibilizador do computador para a realização de mais de 69,7% do trabalho, Gilsonei (Kretz) e Ana Cláudia (Medusa) pelo incentivo e otimismo frente as duras tarefas realizadas em um tempo relativamente tão curto. A minhas amigas de cinco anos, obrigada Chá, Koró, Sabugueira pelo companheirismo inigualável.

Ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo, pela disponibilização das muito bem digitalizadas cartas topográficas utilizadas no trabalho.

Ao Instituto de Geociências da Universidade Pública de São Paulo – SP, sem sua existência nada poderia ter sido realizado.

1. INTRODUÇÃO

A caracterização das formas de relevo e a identificação de descontinuidades e anomalias na rede de drenagem foram obtidas, no presente trabalho, a partir da aplicação de técnicas de morfometria. Técnicas computacionais permitiram a obtenção de modelos digitais de terreno e parâmetros morfométricos, resultando em uma análise morfológica quantitativa.

Mapas morfométricos vêm sendo amplamente utilizados como ferramenta para subsidiar análises neotectônicas (DEFFONTAINES 1989, 1991, RODRIGUEZ 1993, SALVADOR & RICCOMINI 1995, JIANJUN *et al.* 1997, HIRUMA 1999, entre outros). Cabe ressaltar que o fator tectônico vem sendo cada vez mais enfatizado na evolução do relevo do Sudeste do Brasil (HASUI *et al.* 1978, ASMUS & FERRARI 1978, RICCOMINI 1989, HASUI 1990, MACEDO *et al.* 1991, SAADI 1991, CAMPANHA *et al.* 1994).

O presente trabalho pretende avaliar a aplicação de técnicas morfométricas em um setor do Planalto Atlântico e Província Costeira, entre Salesópolis e São Sebastião, SP. Parte desta área já foi estudada sob o enfoque morfotectônico por CAMPANHA *et al.* (1994), a fim de verificar a existência de estruturas indicativas de movimentação tectônica. Acredita-se que a aplicação dessas técnicas, a partir de modelos digitais de terreno, contribuirá para o entendimento da evolução morfotectônica, além de ser indicada como ferramenta preliminar aos trabalhos de campo.

2. METAS E OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma análise morfométrica de parte do Planalto Atlântico e Província Costeira, visando verificar a aplicabilidade do método, em uma área onde fatores tectônicos já foram identificados como possíveis condicionantes do relevo. Pretende-se assim, subsidiar estudos de morfotectônica, bem como realizar a compartimentação morfológica da região com base nos índices morfométricos e na comparação com modelos morfoestruturais já existentes na literatura.

3. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

A área de estudo abrange parte dos municípios de São Sebastião, Caraguatatuba, Natividade da Serra, Bertioga, Biritiba Mirim, Paraibuna, Ilha Bela e um pequeno trecho do município de Ubatuba, e pode ser atingida através das rodovias BR-116 e SP- 099 pelo planalto, ou através da rodovia BR-111, pelo litoral. Uma estrada não pavimentada de manutenção de oleoduto da Petrobrás cruza toda a área de norte a sul (Fig. 1).



Figura 1: Localização e acessos da área estudada modificada de Campanha *et al.* (1994). (AT) Atibaia; (TA) Taubaté; (SJC) São José dos Campos; (SLP) São Luís do Paraitinga; (JA) Jacareí; (PA) Paraibuna; (SA) Salesópolis; (UB) Ubatuba; (CA) Caraguatatuba; (SB) São Sebastião; (BE) Bertioga; (ST) Santos; (SP) São Paulo; (MC) Moji das Cruzes. (- - -) área estudada por Campanha (1994)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000 em formato digital, fornecidas pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo: Salesópolis (SF-23-Y-D-V-1), Pico do Papagaio (SF-23-Y-D-V-2), Maresias (SF-23-Y-D-V-4), Caraguatatuba (SF-23-Y-D-VI-1) e São Sebastião (SF-23-Y-D-VI-3);
- Programas de computador: SURFER 8.0 e ArcView 3.2 (geração de mapas de isovalores, sombreamento de relevo, modelos digitais de terreno e extração de lineamentos); MapInfo (tratamento estatístico de lineamentos, geração de diagramas de rosáceas, mapas de densidade de rosáceas e lineamentos) e ArcView 8.1 (georeferenciamento de imagens e geração do mapa de rugosidade de relevo).

4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO

O levantamento cartográfico de dados referentes a geologia, geomorfologia e morfotectônica baseou-se nos seguintes trabalhos: mapa geológico da CPRM (1999), mapas

estruturais e de interpretação de imagem de radar de MAFRA (2002), interpretação de fotolineamentos, mapa morfotectônico e mapa geomorfológico de CAMPANHA *et al.* (1994) e mapas das formas de relevo e divisões geomorfológicas de PONÇANO *et al.* (1981).

O levantamento bibliográfico foi feito a partir da consulta aos principais trabalhos publicados, bem como teses e dissertações acadêmicas, relacionados à região de estudo.

4.2. TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

No presente trabalho foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para a obtenção de índices morfométricos do relevo.

A base para a elaboração de todas as cartas temáticas foi gerada a partir de todas as curvas de nível (de 20 em 20 m) e pontos cotados das cartas topográficas anteriormente citadas. Estes arquivos foram checados, compilados e integrados em uma base única, no sistema de informações geográficas ArcView 3.2. A partir desta base, foi gerado o Modelo Digital de Terreno (MDT).

Para a incorporação no programa SURFER 8.0, os dados no formato *.dxf* foram convertidos para o formato *.dat* através do programa *DXF2DAT*. Foi feita então a interpolação dos dados pelo método *inverso da potência da distância*, que resultou em um arquivo *grid* correspondente a uma malha regular (resolução 100 x 100 m). A geração do MDT foi feita a partir do módulo *Surface Map* do programa SURFER 8.0. Foi obtido um modelo digital de terreno com exagero vertical de 2X, onde pôde-se observar a disposição do relevo da região.

O mapa de síntese morfológica foi interpretado manualmente e georeferenciado no programa ArcView 8.1, visando sua correlação com as demais cartas temáticas.

Os vários mapas resultantes estão apresentados na escala 1:400.000, o que permitiu suas impressões em folha tamanho A4, tendo sido incorporados ao presente texto.

Os mapas da rede de drenagem, de orientação de vertentes e morfológico-síntese foram impressos na escala 1:250.000 em folhas A3, visando uma melhor visualização, e incorporados como anexos à presente monografia.

4.3. EXTRAÇÃO DE LINEAMENTOS

Para a interpretação dos lineamentos existentes na área foram utilizados mapas de sombreamento de relevo gerados a partir do MDT no programa ArcView. A extração foi feita no

monitor do computador com uma escala de visualização aproximada de 1:10.000. Posteriormente foram tratados no programa MapInfo (*extensão de ferramentas geológicas*), para o cálculo da densidade de lineamentos e geração dos diagramas de rosáceas.

A extração foi feita com imagens geradas sob diferentes azimutes de iluminação, que melhor destacassem as discontinuidades. No caso utilizou-se uma "inclinação solar" constante de 45° e azimutes de 45°, 190° e 315°. Os lineamentos foram então integrados em um único tema no programa ArcView 3.2.

Foram gerados dois tipos de rosáceas para cada uma das direções anteriormente citadas e para o tema integrado, levando em consideração o comprimento total das linhas e o número total de lineamentos.

4. 4. ANÁLISE CARTOGRÁFICA E MORFOMÉTRICA

A partir do modelo digital de terreno, foram geradas cartas dos seguintes parâmetros morfométricos: hipsometria, declividade, orientação de vertentes, superfícies de base e rugosidade de relevo. Foram também gerados e analisados mapas de drenagem, densidade de drenagem e densidade de lineamentos.

O mapa hipsométrico foi gerado com intervalos de classe de 50 m a partir do MDT, utilizando-se o comando *Contour Map* do SURFER 8.0.

Os mapas de declividade e de orientação de vertentes foram gerados a partir do MDT, utilizando-se o módulo *Terrain modeling* (*Terrain Slope* e *Terrain Aspect*, respectivamente) do SURFER 8.0. O mapa de orientação de vertentes fornece, para cada ponto do *grid*, a direção do maior declive, indicado em azimuth.

O mapa de superfícies de bases (FILOSOFOV 1960 *apud* JAIN 1984, GOLTS & ROSENTHAL 1993) possibilita visualizar contrastes acentuados no padrão de relevo de uma área, os quais podem auxiliar na compartimentação geomorfológica e na indicação de movimentações recentes. Na elaboração deste mapa foram adotadas as seguintes etapas: (1) hierarquização da rede de drenagem segundo o método de STRAHLER (1952), onde foi atribuída uma ordem para cada um dos cerca de 11.000 segmentos digitalizados da rede de drenagem, atingindo até a 6ª ordem; (2) isolamento das drenagens de 2ª ordem; (3) obtenção dos pontos de intersecção dos canais de drenagem de 2ª ordem com as curvas de nível; (4) elaboração de um *grid* pelo método de krigagem; (5) geração do mapa de isovalores.

O padrão de drenagem equivale ao posicionamento espacial dos cursos fluviais, onde uma ou mais bacias de drenagem podem estar associadas na caracterização de um

determinado padrão (CHRISTOFOLETTI 1974). Neste trabalho foi feita a observação das bacias hidrográficas em escalas distintas; desta forma, pôde-se notar anomalias no padrão de drenagem, ou seja, padrões distintos de drenagem dentro de uma mesma bacia, e capturas.

O mapa de densidade de drenagem (HORTON 1945) possibilita a individualização de áreas anômalas de alta ou baixa densidade de drenagem, que podem estar refletindo um controle tectônico. Para a elaboração deste mapa estabeleceram-se malhas quadráticas compostas por células de 2000 x 2000 m. A densidade de drenagem foi obtida para cada célula calculando-se a razão entre a somatória do comprimento total da rede de drenagem e a área de cada célula. Em seguida, elaborou-se o mapa de isovalores.

O mapa de densidade de lineamentos foi elaborado seguindo os mesmos procedimentos do mapa de densidade de drenagem. Nesta análise, foi utilizado o mapa integrado com todos os lineamentos extraídos segundo os diversos azimutes de iluminação solar, conforme definido no item 4.3 deste capítulo.

A rugosidade do relevo pode ser definida como a razão entre a área da superfície topográfica e a área de um plano horizontal projetado. A rugosidade foi determinada para cada célula a partir da relação entre a área real e a área planar, tendo-se adotado uma malha quadrática de 230 X 230 m. Desta forma, valores unitários indicam relevo plano, e valores acima de 1 indicam relevo acidentado. Para a geração do mapa de isovalores foi utilizado o programa ArcView 8.1.

5. TRABALHOS PRÉVIOS

5.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS

A área de estudo estende-se por aproximadamente 2400 km², abrangendo principalmente terrenos do embasamento cristalino (Proterozóico a Eopaleozóico), pertencentes ao Domínio Costeiro e ao Domínio Embu, constituindo-se principalmente de rochas gnáissico-migmatíticas. Ocorrem ainda importantes maciços alcalinos e enxames de diques básicos do Mesozóico, bem como coberturas sedimentares do Cenozóico (Fig.2).

Após diferentes proposições estratigráficas sugeridas por vários autores, na tentativa de distinguir gnaisses e migmatitos de idades distintas, estas rochas foram consideradas do Arqueano e agrupadas no Complexo Costeiro por ALMEIDA *et al.* (1981). MACHADO FILHO *et al.* (1983) inseriu-as no Complexo Paraíba do Sul, também de idade arqueana. TASSINARI (1988), datando as rochas da saliência do Juqueriquerê pelo método Rb/Sr, indicou protólitos

MAPA GEOLÓGICO

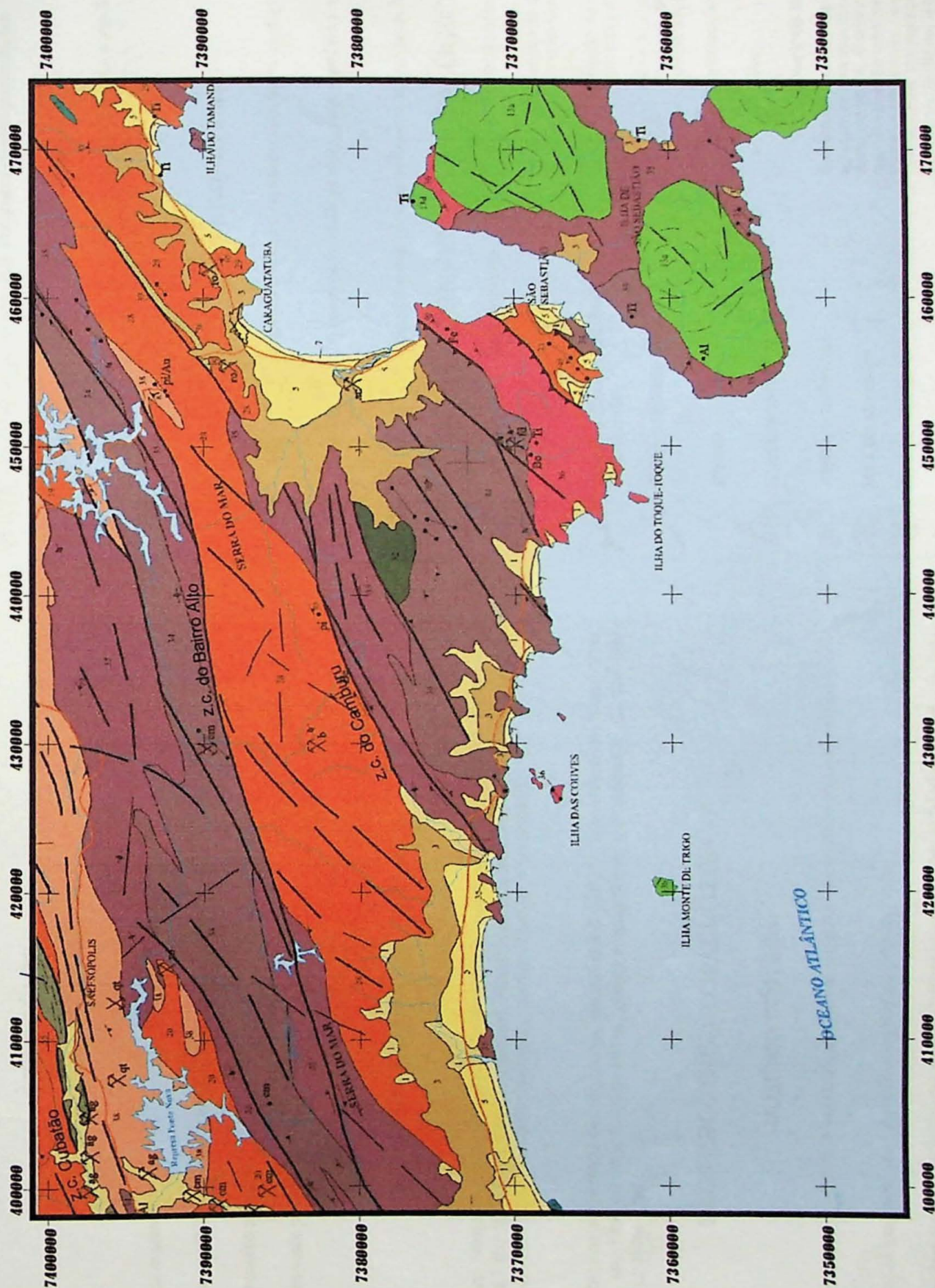


Figura 2: Mapa Geológico (extraído de CPRM, 1999)

LEGENDA DO MAPA GEOLOGICO
UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS

CENOZÓICO
COBERTURAS SEDIMENTARES

- 1 Depósitos aluvionares.
- 3 Depósitos areno-siltico-argilosos indiferenciados.
- 5 Depósitos arenosos marinhos.
- 7 Depósitos arenosos praias.

MESOZÓICO

INTRUSIVAS BÁSICAS E ALCALINAS

- 13 Intrusivas básico-alcálinas: sienitos, alcalissienitos, nordmarkitos, (biotita) pulaskitos, (nefelina ± augita) sienitos, foialitos, essexitos, essexito-foialitos, fonólitos, larvikitos, teschenitos e teralitos (a), nefelina-sienitos ou foialitos (b), nordmarkitos (c) e teralitos (d).

- Diques básicos e diferenciados: diabásios, microdioritos pórfiros, monzonioritos, monzonitos pórfiros, andesitos pórfiros, traquiandesitos, gabros e lamprófiros; e de traquitos (t), diabásio (db) e pegmatitos (pg).

PROTEROZÓICO-EOPALEOZÓICO

DOMÍNIO COSTEIRO

- 19 Biotita granito cinza, porfirítico, com hornblenda; associa-se a charnockitos (Ponte Nova-Paraibuna).
- 20 (Hornblenda)-biotita granito a monzogranito róseo porfirítico (Cruz do Alto)
- 28 e 29 (Hornblenda)-biotita granito porfirítico, por vezes inequigranular, cinza-rosado, com fácies a granada e biotita (Complexo Pico do Papagaio = 28; Granitos Tipo Pico do Papagaio = 29).
- 32 Metagabros, dioritos, quartzodioritos gnáissicos, enderbitos, anfíbolitos e, subordinadamente, migmatitos com estruturas diversas (Complexo Baixo do Marisco).
- 33 Granito leucocrático, por vezes com granada.
- 34 Migmatitos com estruturas diversas, notadamente nebulítica, schlieren e estromatóica.

- 35 (Hornblenda)-biotita migmatito e/ou granito-gnaise porfiroclástico.

- 36 Biotita gnaisses gradando para migmatitos estromáticos.

- 38 Biotita gnaisses e gnaisses peraluminosos com boudins de calcissilic quartzitos e anfíbolitos.

- 39 Sillimanita - muscovita quartzitos.

DOMÍNIO EMBU

- 40 Muscovita-biotita granito (3b) cinza, porfirítico, com fácies inequigranular, maciço (Tubarão).

- 55 Biotita granito (3a) a monzogranito cinza a róseo, inequigranular a porfirítico (Santa Catarina)

- 71 Quartzo-micaxistos e quartzitos, por vezes associados a metabasitos. Milonitizados.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Foliação com Mergulho Indicado
 - Foliação Subvertical
 - Falha ou Zona de Cisalhamento de Empurrão
 - Falha ou Fratura
 - Contato
 - Fotolineamentos
 - Afloramento Descrito
 - Mina em atividade
 - Mina paralizada
 - Depósito/Jazida
 - Foliação com Mergulho Medido
 - Lineação de Estiramento Mineral com Caimento Medido
 - Lineação de Estiramento-Mineral com Caimento Indicado
 - Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente com ou sem Movimentação Relativa Indicada
 - Sinforma com Caimento Indicado
 - Dique
 - Ocorrência Mineral
- Substâncias minerais: Não-metálicos (ac-areia para congl-ag-argila; ar-areia ou areia industrial; b-brita; Be-benito; br-tonita; cm-caulim; di-dolomito; fd-feldspato; gf-grafita; Li-li-quartzito; ro-rocha ornamental; tt-turfa)
Metálicos (Al-alumínio; As-arsênio; Au-ouro; Cu-cobre; Fe-Mn-manganês; Mo-molibdênio; Nb-nióbio; Pb-chumbo; p-Sn-estanho; Ta-tântalo; Ti-titânio; TR-terras raras; W-tung Zn-zinco; Zr-zircônio)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Cidade
- Estrada pavimentada
- Drenagem
- Auto-estrada
- Estrada de ferro
- Reservatório

com idade mínima de 1,2 Ga para as rochas metamórficas, cujas idades estão entre 600 e 650 Ma. **BISTRICHI et al.** (1981), no Mapa Geológico do Estado de São Paulo, associa as rochas metamórficas da saliência do Juqueriquerê ao retrabalhamento e granitogênese do Ciclo Brasileiro. Muitos outros autores também fazem esta associação (**HASUI & OLIVEIRA** 1984, **TASSINARI** 1988, **DIAS NETO** 2001, entre outros). **CAMPOS NETO & FIGUEIREDO** (1995) associaram as rochas da região a terrenos da Orogênese Rio Doce, de idade neoproterozóica a cambriana.

Segundo **DIAS NETO** (2001), as rochas gnáissico-migmatíticas do Complexo Costeiro constituem-se, predominantemente, por paleossomas de hornblenda-biotita gnaisses e neossoma de composição granodiorítica; subordinadamente ocorrem quartzitos arcoseanos. Os paragneisses que ocorrem na região possuem feições marcantes em seu interior núcleos de rochas máficas-utramáficas, na forma de enclaves e *boudins* (**COUTINHO et al.** 1991; **CAMPANHA & ENS** 1996).

A área de estudo é recortada por importantes zonas de cisalhamento transcorrentes, de idade neoproterozóica a cambro-ordoviciano. No extremo noroeste da área, passa a zona de cisalhamento Cubatão, a qual delimita o Domínio Embú do Domínio Costeiro. Na porção central da área, ocorre a zona de cisalhamento dos Freires ou do Bairro Alto e a zona de cisalhamento do Camburu. No sudeste da área continental, ocorre o sistema de cavalgamentos de São Sebastião

A Falha do Camburu, a qual limita o Planalto do Juqueriquerê, constitui-se numa faixa de dezenas a centenas de metros de espessura, de rochas miloníticas, ultramiloníticas, blastomiloníticas e protomiloníticas (**CAMPANHA et al.** 1994). Segundo o autor supracitado, imediatamente a NW da Falha do Camburú encontram-se rochas granitóides gnaissificadas (Granito Pico do Papagaio), enquanto que a SE ocorre um conjunto de rochas predominantemente paraderivadas migmatizadas. Em vários pontos do litoral concentram-se rochas anfíbolíticas, tanto na forma de *boudins*, como de diques anfíbolizados (**SILVA et al.** 1997, **COUTINHO et al.** 1991). Segundo **MAFRA** (2000), o granito Pico do Papagaio, plúton pós-tectônico, constitui-se em um monzogranito foliado, enquanto que o granito de Guaecá, plúton sin-tectônico, consiste em granada-leucogranodiorito em contato com o complexo gnáissico-migmatítico.

De acordo com o Mapa Geológico da **CPRM** (1999) (**Fig. 2**), ao norte do Granito Pico do Papagaio ocorrem rochas do Complexo Costeiro tais como: migmatitos com estruturas diversas, notadamente nebulítica, *schieren* e estromáticas, hornblenda-biotita migmatito e/ou granito-gnaisses porfiroclástico, biotita gnaisses e gnaisses peraluminosos com *boudins* de calcissilicáticas, quartzitos e anfíbolitos que passam lateralmente para migmatitos estromáticos. No centro nordeste da área ocorrem muscovita-biotita granitos, biotita granito com granada e

estruturas migmatíticas, bem como quartzo-mica xistos e quartzitos do Domínio Embu (CPRM 1999).

Ainda de grande importância geológica na área, ocorre o Complexo Sienítico da Ilha de São Sebastião, diques básicos e intermediários (diabásio e diorito) e lamprófios com afinidade alcalina.

No quadro tectônico regional, a área de estudo pertence ao Cinturão Ribeira, inicialmente interpretado por **ALMEIDA et al.** (1973) como um cinturão de idade brasileira, sobreposto ao Cinturão Paraíba do Sul, de idade transamazônica. Recentemente o Cinturão Ribeira é interpretado como transpressivo (**MACHADO & ENDO** 1993).

No contexto evolutivo da região, no final do Proterozóico, um regime de compressão produziu a amalgamação do supercontinente Gondwana. Do estágio final de consolidação do Cambro-Ordoviciano, originou-se denso arranjo de zonas de cisalhamento dextrais anastomosadas, orientadas segundo ENE e E-W. Mais tarde, durante a separação mesozóica, que subdividiu Gondwana e culminou na abertura do oceano Atlântico, inúmeras dessas descontinuidades mais antigas foram reativadas em pulsos descontínuos, representados por centenas de intrusões de diques de rochas básicas, ultrabásicas e intermediárias, de caráter toleítico e alcalino, que ocorreram desde o Juro-Cretáceo até o Terciário (**ALMEIDA** 1967, **ALMEIDA & CARNEIRO** 1998). As idades das rochas de composição básica estariam por volta de 120 Ma (**COUTINHO et al.** 1992). **GARDA & SCHORCHER** (1994) fazem uma diferenciação entre diques próximos à região de São Sebastião com orientação ENE, de composição básica e intermediária, que teriam sido gerados durante o processo de abertura do Oceano Atlântico, e lamprófios de afinidade alcalina relacionados a um evento de magmatismo alcalino que teria ocorrido na área, entre a intrusão dos diques básicos e intermediários (120 Ma) e a intrusão do Complexo Sienítico da Ilha de São Sebastião.

Durante o paleoceno, a reativação normal das zonas de cisalhamento pré-cambrianas originou uma feição morfológica marcante: o Rift Continental do Sudeste Brasileiro (**Riccomini** 1989), área de importante deposição de sedimentos terciários.

Segundo **RICCOMINI et al.** (1989) e **SUGUIO** (1996), os processos tectônicos associados a essa evolução, originada no Mesozóico, acentuaram-se no Paleógeno e perduraram, de forma atenuada, durante o Neógeno até os dias de hoje.

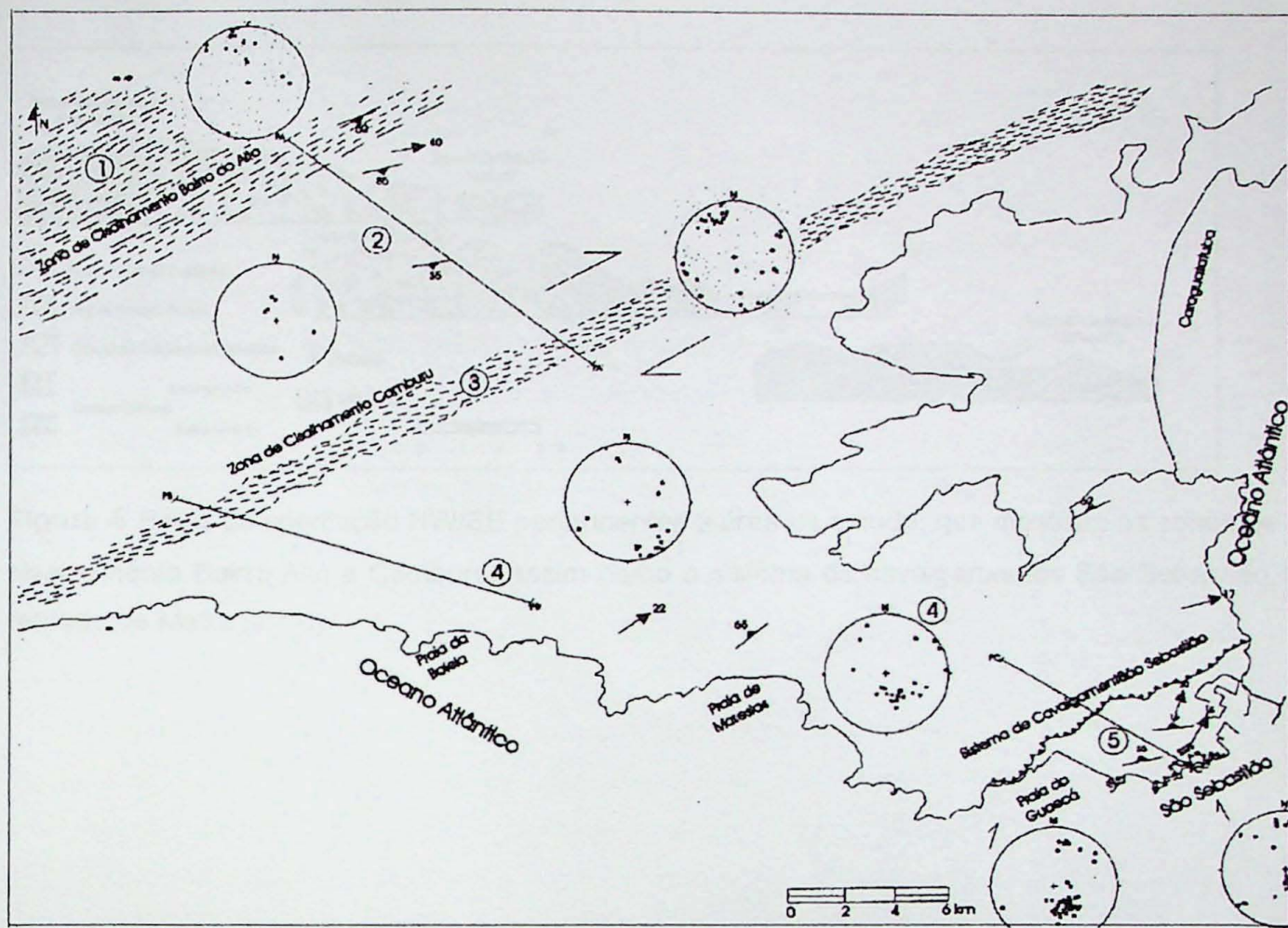
Segundo **PEREIRA** (1992), após transgressão marinha ocorrida na Bacia de Santos, com máximo no Neocenoniano/Eoturoniano, realizou-se erosão subaérea da sequência neoturoniana dando origem a uma discordância com o Eoconiciano. Esta discordância reflete um importante evento tectônico, que resultou em soerguimento pulsativo da área a oeste da Bacia de Santos estendendo-se até o interior do continente. Já **MACEDO** (1991) correlacionou a discordância regional do final do Cretáceo na Bacia de Santos com a superfície de

aplainamento do Japi de **ALMEIDA** (1964), na área continental. Trabalhos mais recentes sobre traços de fissão em apatitas indicam uma taxa de soerguimento significativa da margem continental do sudeste brasileiro desde o Cretáceo, como os de **GALLAGHER et al.** (1994).

No contexto estrutural regional, as principais estruturas presentes no Complexo Costeiro, associadas ao Cinturão Ribeira, definem um *trend* ENE-WSW (**CHIODI et al.** 1983). As rochas metamórficas apresentam uma forte e penetrativa xistosidade e/ou foliação gnáissica (**DIAS NETO** 2001). Padrões de foliação impostos pelas grandes zonas de cisalhamento NE-SW, que afetaram a região, produzem figuras anastomosadas, que reorientam as estruturas, por muitas vezes no quadrante NW.

No Planalto do Juqueriquerê, a importante zona de cisalhamento do Camburu, de caráter dúctil e com movimentação transcorrente dextral, apresenta-se concordante com a estruturação regional NE/SW (**CAMPANHA & ENS** 1996). Segundo o mesmo autor, a foliação das rochas ao redor da falha do Camburu define uma estruturação geral da área em forma de leque. De acordo com **MAFRA** (2000), outras estruturas associadas ao Cinturão Ribeira estão presentes na área de estudo, tais como a zona de cisalhamento Bairro Alto (ZCBA), sistema de cavalgamentos de São Sebastião (SCSS), que junto com a zona de cisalhamento do Camburu (ZCC) (**Fig. 3 e 4**), reúnem-se em um contexto de deformação dúctil de caráter transpressivo do Cinturão Ribeira.

Algumas das estruturas rúpteis da área de estudo foram estudadas por **CAMPANHA et al.** (1994) compreendendo sistemas de juntas, planos estriados (*slickensides*), diques de rochas básicas e alcalinas, e faixas de brechação cataclásticas que atingem até 3 m de espessura, afetando inclusive os diques. Estas feições são oriundas da reativação de estruturas antigas, como ocorre por exemplo na Falha do Camburu. De acordo com o autor supracitado, a análise estatística das orientações de estrias e planos de falha encontra-se coerente com a hipótese de abatimento tectônico de blocos, através de um sistema de falhas normais ENE no Planalto do Juqueriquerê e áreas adjacentes, revelando um padrão indicativo de distensão tectônica na direção NW-SE.



Legenda

- Zonas de Cisalhamento Bairro do Alto e Camburu
- Sistema de Cavalcamento São Sebastião
- Foliação
- Lineação
- Projeção polar da foliação
- Projeção da lineação de estiramento e mineral

- ① Domínio Estrutural 1 - Zona de Cisalhamento Bairro do Alto
- ② Domínio Estrutural 2 - Entre as zonas de cisalhamento Bairro do Alto e Camburu
- ③ Domínio Estrutural 3 - Zona de Cisalhamento Camburu
- ④ Domínio Estrutural 4 - Entre a Zona de Cisalhamento Camburu e o Sistema de Cavalcamentos São Sebastião
- ⑤ Domínio Estrutural 5 - Sistema de Cavalcamentos São Sebastião

Figura 3: Estruturação geológica de parte integrante da área de estudo, retirado de Mafra (2000)

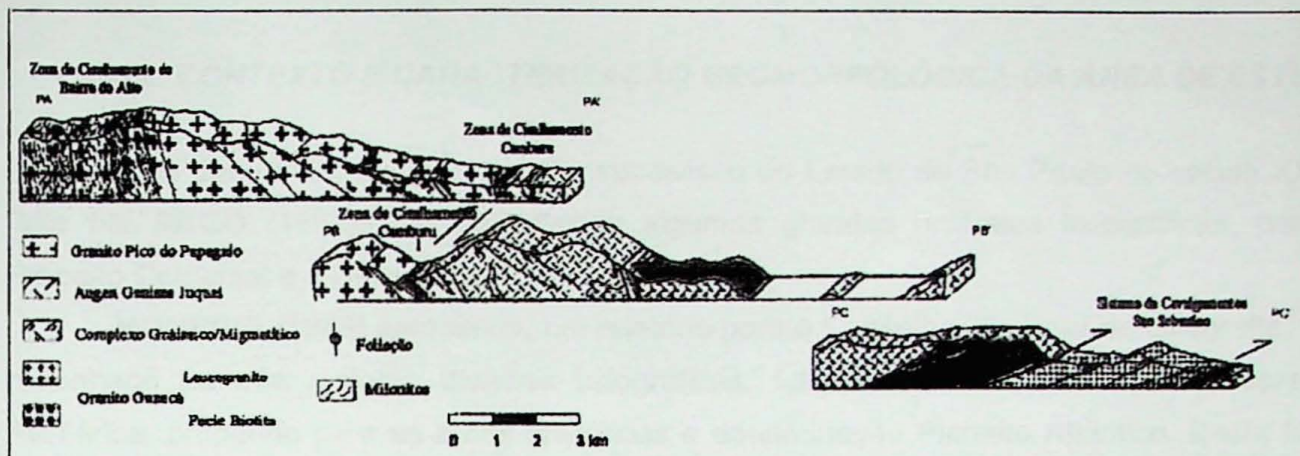


Figura 4 Perfis de orientação NW/SE pertencentes a área de estudo, que mostram as zonas de cisalhamento Bairro Alto e Camburu, assim como o sistema de cavalgamentos São Sebastião, retirado de Mafra (2000).

5.2. CONTEXTO E CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

Uma das primeiras propostas de subdivisão do Estado de São Paulo no século XX, foi feita por **REGO** (1932), que reconheceu algumas grandes unidades fisiográficas, como o Planalto Ocidental e a Depressão Periférica.

MONBEIG (1949) apresentou um relatório para o Conselho Nacional de Geografia, onde reconhece as três maiores divisões fisiográficas: Litoral, Planalto Ocidental e Depressão Periférica, propondo para as áreas cristalinas a denominação Planalto Atlântico. Desta forma, apesar de ainda manter o cunho geográfico do trabalho, **MONBEIG** (1949) dirige maior atenção à geologia e ao relevo. Com base na divisão proposta por **MONBEIG** (1949), **AB'SABER** (1956) caracteriza as formas de relevo das principais unidades fisiográficas. Posteriormente **AB'SABER & BERNARDES** (1958) subdividem o Planalto Atlântico e o Litoral em várias zonas morfológicas.

ALMEIDA (1964) altera os padrões até então estabelecidos, pois divide o Estado de São Paulo em zonas definidas sobre uma perspectiva de gênese, que inclui elementos morfoestruturais além dos climáticos. Cabe aqui ressaltar que **ALMEIDA** (1964), já reconhecia a importância da saliência costeira do Juqueriquerê, enquadrando-a como parte da Província Costeira. **CRUZ** (1974) reconhece esta saliência como Planalto de São Sebastião.

PONÇANO et al. (1981) realizam um trabalho baseado em critérios morfoestruturais, onde caracterizam sistemas de relevo levando em consideração aspectos morfológicos. Os autores reúnem os sistemas de relevo em unidades maiores (Províncias, Zonas e Subzonas), e elaboram um mapa geomorfológico para o Estado de São Paulo, onde o Planalto de São Sebastião (**CRUZ** 1974) passa a ser reconhecido como Planalto do Juqueriquerê, como parte integrante do Planalto Atlântico (**Figs. 5 e 6**), diferindo da classificação adotada por **ALMEIDA** (1964) que o enquadrara na Província Costeira.

Na área de estudo ocorrem formas de relevo que integram o Planalto Atlântico e a Província Costeira. Tais formas serão caracterizadas de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (**PONÇANO et al.** 1981).

No Planalto Atlântico a área de enfoque (**Fig. 6**) abrange parte do Planalto Paulistano representada pela Morraria do Embu (*Subzona 1a*), caracterizada por relevos de degradação em planaltos dissecados tais como *Morrotes*, onde predominam declividades médias a altas, acima de 15%, com amplitudes locais de 100 a 300m, e *Morros* caracterizados por declividades médias a altas, acima de 15%, e amplitudes locais inferiores a 100m.

Ainda no Planalto Atlântico, a área em questão, abrange parte da Morraria do Paraibuna (*Subzona 3b*), dentro do Planalto do Paraitinga (*Zona 3*).

Na Província Costeira a área de estudo abrange parte da Serra do Mar (*Subzona 1-a*), dentro da Serrania Costeira (*Zona 1*), e parte das Baixadas Litorâneas. A Serra do Mar é caracterizada predominantemente por relevos de transição (escarpas onde predominam declividades altas, acima de 30%, e amplitudes maiores que 100 m), bem como por relevos de degradação, morrotes e morros. Nas Baixadas Litorâneas (*Zona 2*) predominam os relevos de aplainação, tais como: planícies costeiras, terraços marinhos e mangues, de menor significado na área.

Na Ilha de São Sebastião destaca-se um relevo montanhoso, que caracteriza-se por declividades acima de 15%, e amplitudes locais acima de 300 m.

CAMPANHA et al. (1994) elaboraram na área de estudo um mapa geomorfológico de maior detalhe, onde caracterizam as formas de relevo dos planaltos do Moraes, Lourenço Velho e Juqueriquerê, bem como das baixadas litorâneas adjacentes (**Fig. 7**).

5.3. SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO

Os trabalhos pioneiros sobre geomorfologia realizados no Brasil nas décadas de 1930, 1940 e 1950, expressam princípios da teoria Davisiana do ciclo geográfico (**REGO 1932, DE MARTONNE 1943, RUELLAN 1944**). Com estes trabalhos surgiram terminologias como níveis de erosão, superfícies de aplainamento, peneplanos, peneplanícies, relevo jovem, relevo maduro, relevo senil, entre outras.

A partir da primeira metade da década de 1960, a evolução da geomorfologia brasileira passa a adotar novas idéias sobre a gênese das superfícies de aplainamento, ao dirigir maior atenção às variações climáticas do Terciário e Quaternário (**TRICART 1959, BIGARELLA 1964, 1965, AB'SABER 1956, 1957 apud PONÇANO & ALMEIDA 1993**).

As superfícies de aplainamento apresentaram-se ao longo dos anos como objeto de controvérsias entre autores, principalmente no que diz respeito às suas idades. **DE MARTONNE (1943)** reconhece as superfícies Pré-Permiana (Carbonífero), dos Altos Campos (Paleoceno), Cristas Médias (Eoceno), esta última embutida e separada da superfície anteriormente citada, por um degrau erosivo de 200 a 400-500 m de desnível, e a superfície Neogênica (Mioceno). **FREITAS (1951)** refere-se a dois peneplanos topograficamente marcados no escudo cristalino brasileiro, por ele designados como Nível A (inferior) do Terciário, entre altitudes de 800 e 1000 m, com elevações residuais erosivas a cerca de 1150 m

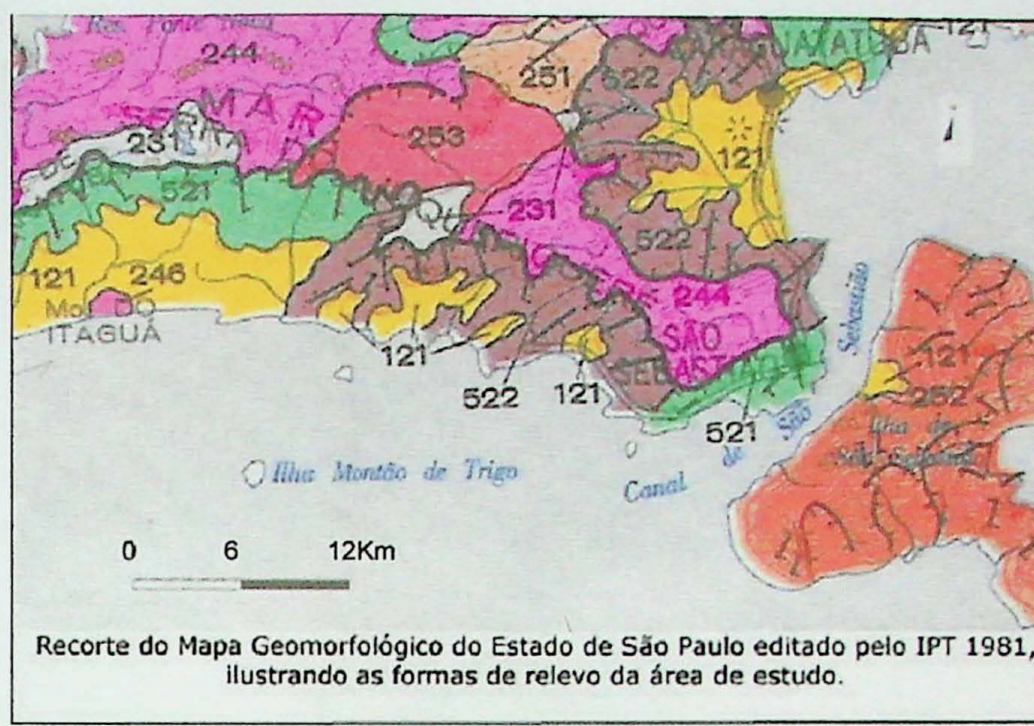
relacionadas a resistência de rochas ou a particularidades estruturais, e Nível B (superior) do Cretáceo com altitudes entre 1200 e 1400 m, caracterizando um nível de cristas peneplanadas, que corresponderia ao mais antigo ciclo erosivo. Superfícies mais novas, já eram apontadas como resultado do entalhamento das mais antigas (**REGO 1930, DE MARTONNE 1943, FREITAS 1951**).

A configuração do relevo do sudeste brasileiro foi objeto de inúmeros trabalhos clássicos como os de Freitas (1951) e Almeida (1964), que destacam o controle estrutural e a origem tectônica do relevo escalonado dos planaltos cristalinos.

KING (1956) reconhece a superfície Sul-Americana, bem como processos de pediplanação, onde o pediplano (coalescência de pedimentos) seria o resultado final de um episódio cíclico da evolução do relevo, preferencialmente em clima semi-árido. Este processo genético foi amplamente empregado por autores seguidores da linha da geomorfologia climática, como nos trabalhos de **BIGARELLA & et al. (1965)** e **AB'SABER (1969)**. **ALMEIDA (1964)** denominou Superfície do Japi a principal superfície de aplainamento do Estado de São Paulo, que corresponderia a Superfície Sul-Americana de King. Para **ALMEIDA (1964)**, a superfície do Japi teria uma idade mais antiga que a sedimentação das bacias do Paraíba e de São Paulo, tida como pliocênica. Já **ALMEIDA (1976)** sugere a idade eocênica para a Superfície do Japi, já que esta seria posterior às intrusões alcalinas, e anterior à sedimentação das bacias do *rift* continental. **IPT (1982)** propôs, baseado em dados geocronológicos, o final do Senoniano, como marco de origem da superfície do Japi, que desenvolveu-se e atingiu seu auge de aplainamento no Eoceno. **MACEDO (1990)** associa a superfície do Japi com a discordância do topo do Cretáceo da Bacia de Santos.

Investigações geomorfológicas, geológicas e tectônicas, realizadas no Planalto do Juqueriquerê por **CAMPANHA et al. (1994)**, mostraram que esta feição morfológica constitui uma superfície erosiva descontínua, reconhecível em topos de morros nivelados entre 700 e 750 m de altitude, situados 500m abaixo do Planalto do Moraes, que possivelmente seria correlacionável à Superfície Japi, e 200m abaixo do Planalto do Lourenço Velho. A presença da Falha do Camburu, limitando o Planalto do Juqueriquerê dos mais elevados ao norte, sugere origem tectônica para esse desnivelamento. Segundo os mesmos autores o abatimento tectônico do Planalto do Juqueriquerê, se deu na forma de pequenos blocos com larguras variadas, delimitados por diversas falhas de pequeno rejeito, somando desnivelamento total de 200 a 300 m.

Segundo **ALMEIDA & CARNEIRO (1998)**, a Serra do Mar teria sofrido um recuo erosivo durante o Cenozóico da ordem de 30 a 40 km, entalhando a superfície Japi e mais tarde as superfícies neogênicas.



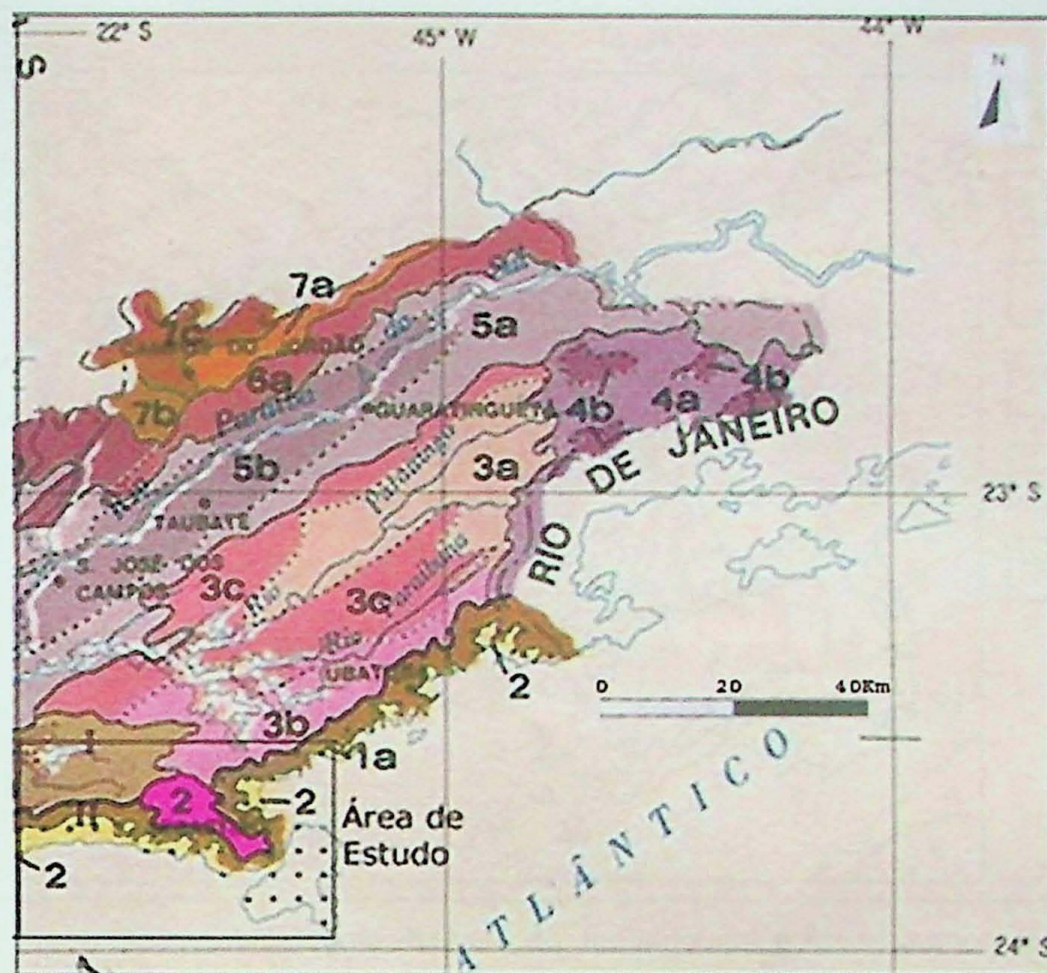
Legenda

121	Planícies Costeiras
231	Morotes Baixios
244	Morros Paralelos
246	Morros Isolados
251	Serras Alongadas
522	Montanhas
253	Montanhas com Vales Profundos
521	Escarpas Festonadas
252	Escarpas com Espigões Festonados

RELEVOS DE TRANSIÇÃO ESCARPADOS (LM)
 RELEVOS DE TRANSIÇÃO NÃO ESCARPADOS (LM)
 CRISTAS INDIFERENCIADAS
 CRISTAS NÃO DIFERENCIADAS
 CRISTAS SUSTENTADAS POR DIQUE DE ROCHAS BÁSICAS
 CABECEIRAS DE DRENAGEM
 ELEVÇÕES ISOLADAS

LIMITE DE SISTEMAS DE RELEVO

Figura 5: Recorte do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo editado pelo IPT (1981), ilustrando as formas de relevo da área de estudo



Legenda

Planalto Atlântico I

Província Costeira II

- Planalto Paulistano
Morreria do Embu
- Planalto do Juqueriquerê
- Planalto do Paraitinga
Morreria do Paraibuna

- Serrania Costeira
- Serra do Mar

Figura 6: Recorte modificado do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, editado pelo IPT (1981) - escala aproximada 1:1.300.000

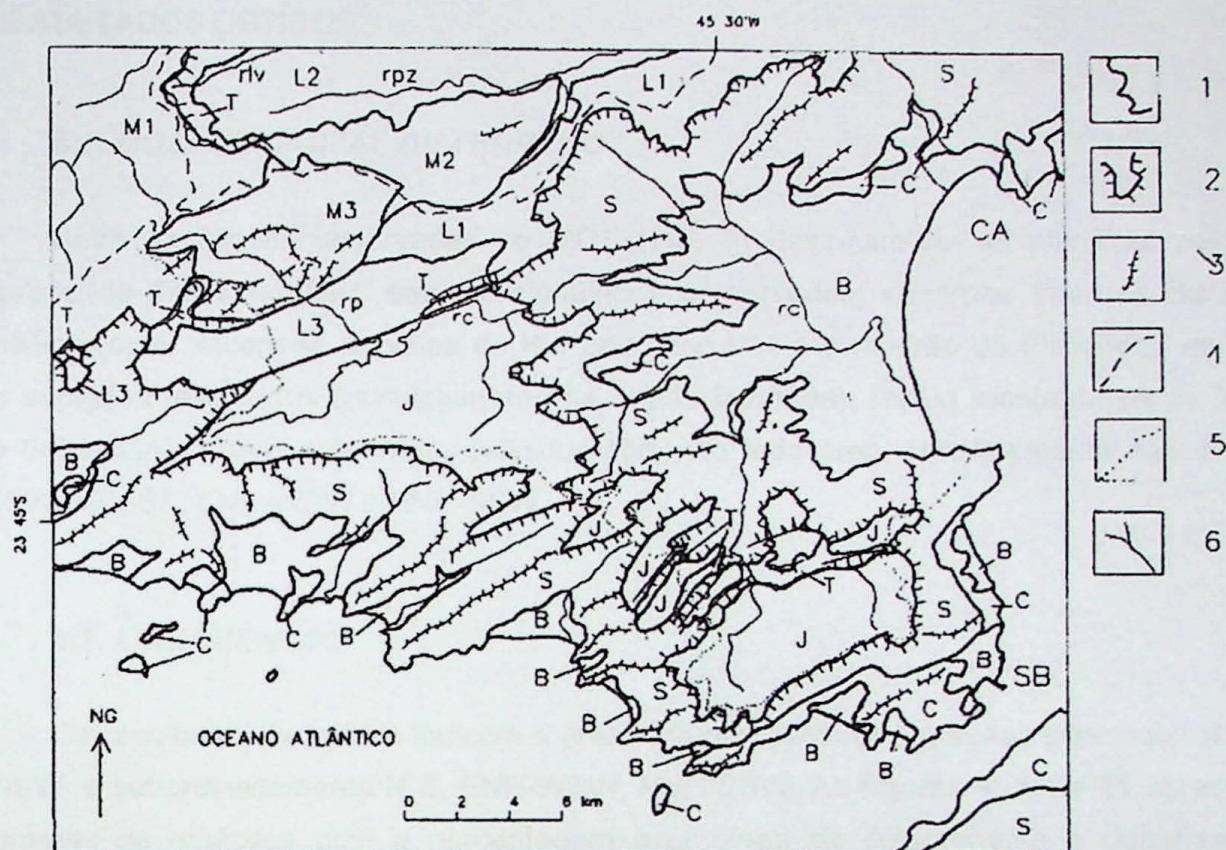


Figura 7: Mapa Geomorfológico do Planalto do Juqueriquerê e áreas adjacentes retirado de Campanha et al. (1994). (1) limites entre unidades geomorfológicas; (2) limite superior de relevo escarpado; (3) crista; (4) divisores de água principais (Tietê-Paraibuna, Tietê-litoral, Paraibuna litoral); (5) divisor de água entre as drenagens para a planície de Caraguatatuba e para o oceano a sul; (6) rede de drenagem principal; (M1) Planalto do Moraes- morros paralelos; (M2) Planalto do Moraes serras alongadas; (M3) Planalto do Moraes-montanhas com vales profundos; (L1) Planalto do Lourenço Velho-morrotos alongados e morros paralelos com vales fechados; (L2) Planalto do Lourenço Velho- morros paralelos com vales abertos; (L3) Planalto do Lourenço Velho- morros paralelos com vales fechados; (J) Planalto do Juqueriquerê; (S) escarpas festonadas e digitadas; (T) relevo de transição; (B) baixadas litorâneas; (C) morraria costeira; (CA) Caraguatatuba; (SB) São Sebastião; (rpz) Ribeirão dos Prazeres; (rlv) Rio Lourenço Velho; (rp) Rio Pardo; (rc) Rio Camburu

6. RESULTADOS OBTIDOS

6.1. MODELO DIGITAL DE TERRENO

Entre as feições observadas no MDT (**Fig. 8**) destacam-se: as planícies costeiras, escarpas da Serra do Mar, setores planálticos preservados, escarpas internas da região planáltica (onde situam-se os vales do Rio Lourenço Velho e ribeirão do Prazeres), escarpas com espigões festonados (principalmente na região litorânea), relevo montanhoso da Ilha de São Sebastião e lineamentos bem definidos cortando toda área, principalmente nas direções NE-SW, NW-SE, ENE-WSW e NNE-SSW.

6.2. LINEAMENTOS

Os resultados da análise indicam a presença das seguintes direções principais: NE-SW, NW-SW, e subordinadamente N-S, ENE-WSW, NNE-SSW. As **figuras 9, 10, e 11** apresentam diagramas de rosáceas com a porcentagem acumulada de comprimento e quantidade de lineamentos, obtidos a partir dos mapas de sombreamento de relevo com diferentes azimutes e “iluminações solares”. A **figura 12** apresenta o resultado das extrações e diagramas de rosáceas integrados.

As direções NE-SW e ENE-WSW coincidem com a estruturação dada pelas foliações metamórficas (xistosidade e bandamento) das rochas do Pré-Cambriano, bem como pelas zonas de cisalhamento Bairro do Alto e do Camburú e o sistema de cavalgamentos de São Sebastião, identificados por **CAMPANHA et al. (1994)** e **MAFRA (2000)**. Morfologicamente, as direções anteriormente citadas coincidem com as escarpas da Serra do Mar, espigões lineares subparalelos, que definem cristas e vales fechados (principalmente no extremo sudeste da área de estudo), além de trechos da drenagem subsequente dos setores planálticos.

6.3. MAPA HIPSOMÉTRICO

O mapa hipsométrico (**Fig. 13**) apresenta classes altimétricas que variam de 50 em 50 m, possibilitando a compartimentação da área em 5 níveis. Os níveis que se destacam são: **(1)** nível inferior, onde encontram-se as baixadas litorâneas, com as menores altitudes da área, entre aproximadamente 0 e 50 m; **(2)** altitudes entre 50 e 600 m correspondentes a regiões de

alto declive, definindo as escarpas da Serra do Mar que contornam a área e terminam nas planícies costeiras; (3) um nível com altitudes entre 600 e 650 m que define uma superfície a sul da Falha do Camburu, onde predominam morros, correlacionável ao Planalto do Juqueriquerê; (4) altitudes entre 700 e 950 m, a norte da falha anteriormente citada, que podem ser correlacionadas com o Planalto do Lourenço Velho, reconhecido por Campanha *et al.* (1994), estendendo-se também à região de Salesópolis e do Alto Tietê; (5) nível superior com morros com altitudes entre 1000 e 1250 m na porção central da área (Planalto do Moraes), possivelmente correlacionável à Superfície do Japi; (6) relevo montanhoso, atingindo altitudes de até 1350 m, na região da Ilha de São Sebastião (Fig. 13).

6.4. MAPA DE DECLIVIDADE

Os planaltos em geral apresentam declividades médias entre 0° e 15°. Os valores de declividade muito próximos de zero ocorrem (1) nas baixadas e (2) nos vales dos rios Lourenço Velho, Paraitinga e dos Prazeres (exemplos de rios subseqüentes orientados ENE-WSW estendendo-se aproximadamente por de 16 km) e (3) em trechos de planaltos adjacentes às escarpas da Serra do Mar (porção leste do Planalto do Juqueriquerê, cabeceira do rio Guaratuba, etc.) (Fig.14). Declividades entre 25° e 35° encontram-se nas escarpas de modo geral e no relevo montanhoso da Ilha de São Sebastião. Valores superiores a 50° ocorrem em segmentos descontínuos ao longo de toda escarpa da Serra do Mar.

6.5. MAPA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES

O mapa de orientação de vertentes, gerado a partir do modelo digital de terreno, destaca a orientação NE/SW (coincidente com a direção principal das escarpas da Serra do Mar), configurando vales aproximadamente simétricos no Planalto do Juqueriquerê (Boiçucanga, Maresias, vale do Rio Grande e vale do ribeirão Sertãozinho), vales assimétricos, principalmente na porção nordeste da área (correspondentes aos vales do ribeirão dos Prazeres, ribeirão do Couro, rio Lourenço Velho, etc.) (Fig. 15). Estas estruturas NE-SW são truncadas por estruturas NW/SE, que apresentam vertentes mais íngremes mergulhando principalmente para NE.

6.6. MAPA DE ISOBASES

O mapa das curvas de superfícies de base (**Fig. 16**) possibilitou a compartimentação da área de estudo em 6 domínios distintos: **(1)** compartimento dominado por isobases concentradas com valores entre aproximadamente 20 e 1200 m, na Ilha de São Sebastião; **(2)** compartimento correspondente às altitudes mais elevadas da área de estudo, onde as isobases apresentam-se espaçadas e com valores acima de 1000 m; **(3)** compartimento caracterizado por isobases espaçadas, situado a oeste da porção mais elevada (2), sugerindo um controle possivelmente erosivo, apresentando valores que decrescem para noroeste entre 700 e 1000 m; **(4)** compartimento cujas isobases apresentam-se mais concentradas, a leste da porção mais elevada (2), fazendo com esta limite abrupto, podendo indicar possível tectonismo; **(5)** relevo escarpado, constituído por zona de concentração de isobases, com valores entre 700 e 950 m; situa-se no limite entre os compartimentos (2) e (4) correlacionáveis aos planaltos do Moraes e Lourenço Velho, respectivamente; **(6)** escarpas da Serra do Mar, zona de mais alta concentração de isobases com valores aproximadamente entre 150 e 450-750 m; **(7)** Planalto do Juqueriquerê, onde as curvas apresentam-se relativamente espaçadas com valores entre 400 e 600 m; **(8)** baixadas, onde as isobases representam um nível mais plano entre aproximadamente 0 e 100 m.

6.7 BACIAS E DRENAGENS

A área em análise encontra-se associada a seis principais bacias hidrográficas, aqui referidas como I, II, III, IV V e VI (**Anexo 2**), separadas pelos seguintes divisores d'águas: Tietê-Paraibuna, divisor entre a bacia hidrográfica do Paraibuna e as águas que são drenadas para a Planície de Caraguatatuba, divisor que separa as águas, que fluem para a porção sudoeste da área em direção ao Oceano Atlântico das que fluem para a Planície de Caraguatatuba e para a bacia hidrográfica do Tietê. Na Ilha de São Sebastião existe um divisor que separa as águas que fluem para o Canal de São Sebastião das que fluem para o oceano aberto. Este divisor acompanha o principal *trend* de cristas da Ilha.

O quadro a seguir ilustra os principais tipos de drenagens que ocorrem nas seis bacias citadas acima:

Bacias hidrográficas	I	II	III	IV	V	VI
Padrões de drenagem	Paralelo a dendrítico	Sub-dendrítico	Treliça	Treliça direcional	Dendrítico	Dendrítico

TABELA 2: PRINCIPAIS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA ÁREA DE ESTUDO E PADRÕES DE DRENAGEM ASSOCIADOS

6.8. MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM

As anomalias, tanto positivas, quanto negativas, distribuem-se principalmente nas direções NE-SW e NW-SE, evidenciando um controle estrutural (**Fig. 17**). No geral parece ocorrer uma tendência de maiores concentrações de drenagem nas rochas graníticas do que nos migmatitos. Os valores mais altos de densidade de drenagem entre 3.6 e 4.2, apresentam disposição geométrica coincidente com a porção oeste do granito Pico do Papagaio. No extremo sul do Planalto do Juqueriquerê ocorre outra alta concentração de drenagens sobre biotita gnaisses gradando para migmatitos. As baixas concentrações (menores que 1.8) associam-se principalmente às baixadas e às escarpas da Serra do Mar. As baixadas litorâneas e as escarpas da Serra do Mar apresentam densidades de drenagem mais baixas; no primeiro caso, devido provavelmente à maior permeabilidade do substrato sedimentar, e no segundo caso, devido às altas declividades.

6.9. MAPA DE DENSIDADE DE LINEAMENTOS

As anomalias positivas com valores superiores a 3.0 km/km^2 , que correspondem a valores acima da média, concentram-se ao longo de faixas orientadas NE-SW e NW-SE e, subordinadamente, de direção N-S (**Fig. 18**). Na Ilha de São Sebastião as anomalias positivas coincidem principalmente com a região das intrusões alcalinas.

Duas grandes anomalias positivas merecem destaque: **(A)** ocorre exatamente na quebra de relevo adjacente ao compartimento mais elevado da área (limite do Planalto do Moraes e Lourenço Velho), delimitado por escarpas, onde ocorre um padrão de drenagem treliça

fortemente orientado NE-SW na porção central da área e **(B)** ocorre na altitude de 400-500 m, no extremo sul do Planalto do Juqueriquerê.

Os valores mais baixos (valores inferiores a 1) ocorrem principalmente nas escarpas, chegando a valores próximos a zero nas baixadas litorâneas. Destaca-se neste contexto a região **(C)** indicada na **(Fig. 18)**

6.10. MAPA DE RUGOSIDADE DE RELEVO

Os valores de rugosidade de relevo variam de (1 a 1.6), sendo que os inferiores a 1.02, concentram-se principalmente nas planícies costeiras; Valores baixos (1 a 1.02) também são observados nos setores planálticos adjacentes às escarpas da Serra do Mar, como na porção leste do Planalto do Juqueriquerê. Valores de rugosidade superiores a 1.1 concentram-se na região das escarpas da serra do Mar, nas escarpas interplanálticas que separam o Planalto do Moraes do Planalto do Juqueriquerê e no relevo montanhoso da ilha de São Sebastião **(Fig. 19)**. Os altos valores de rugosidade de relevo estão associados às altas declividades.

MODELO DIGITAL DE TERRENO (em metros)

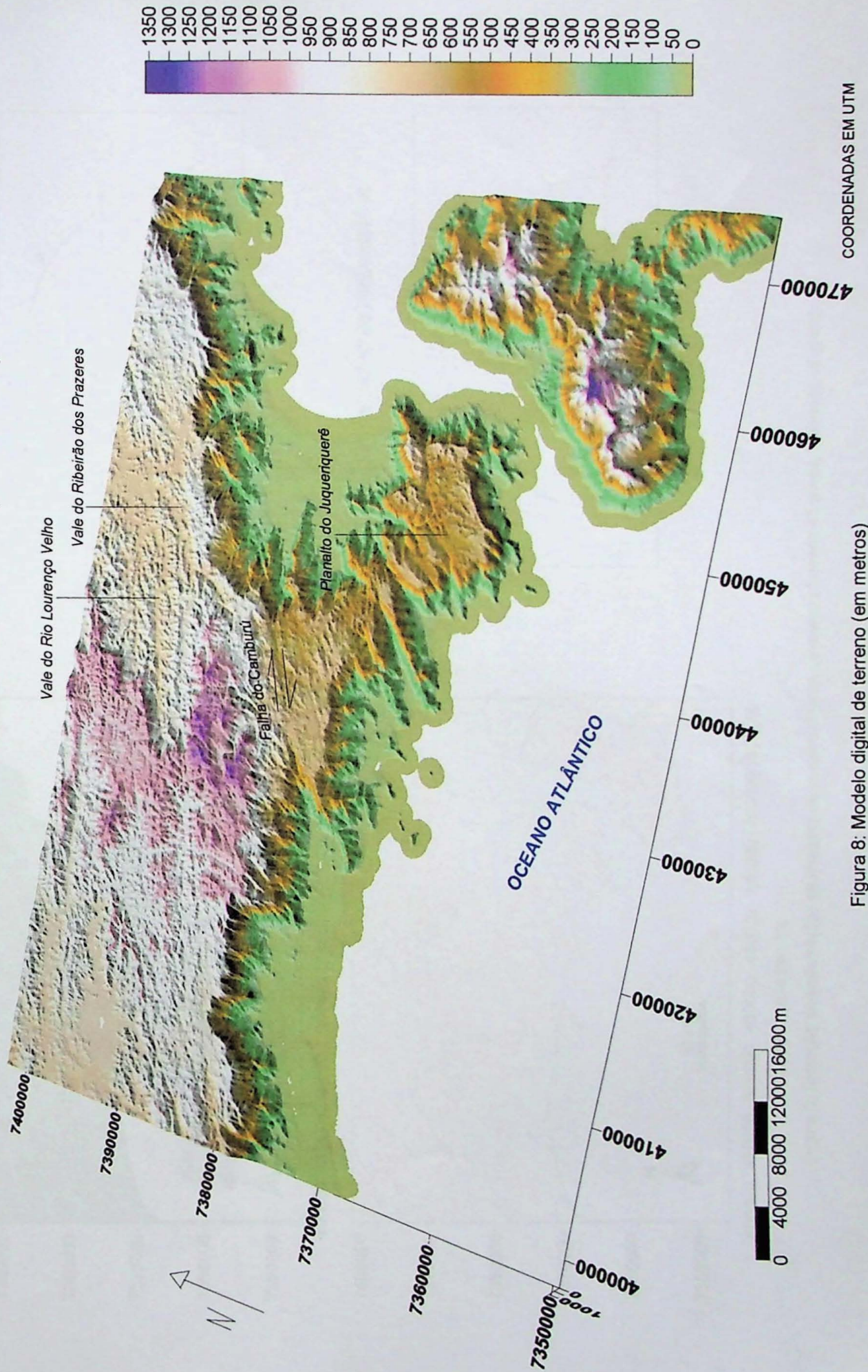
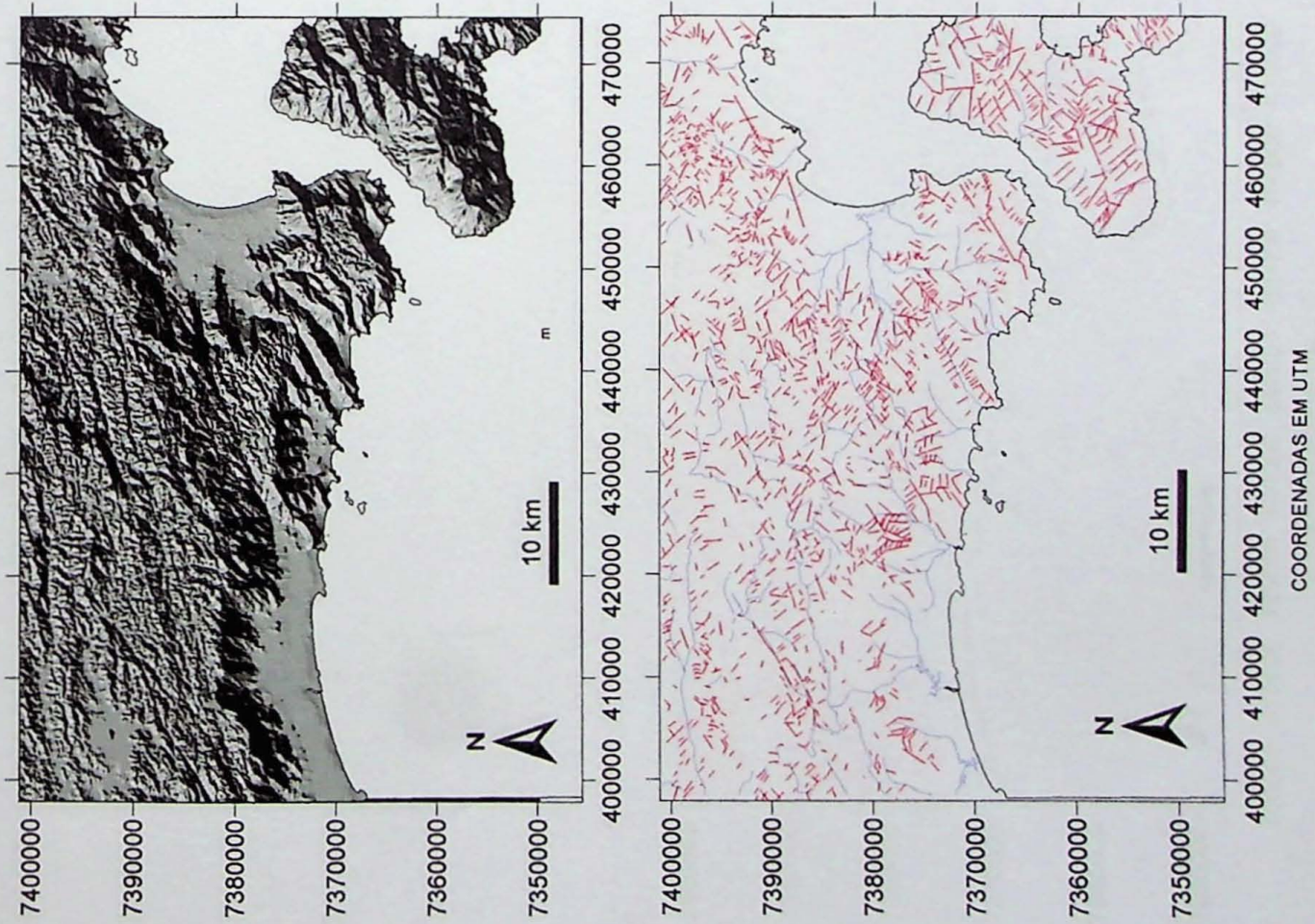


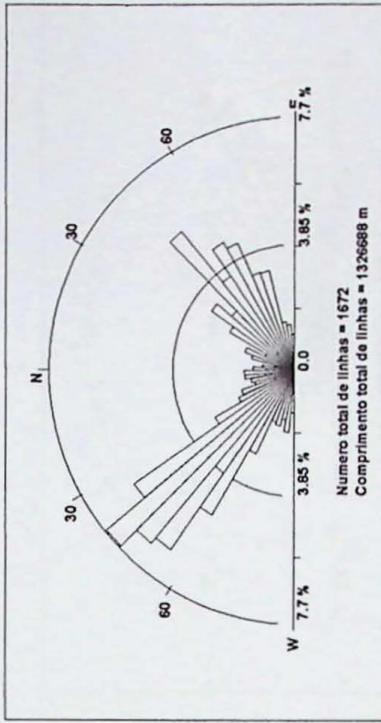
Figura 8: Modelo digital de terreno (em metros)



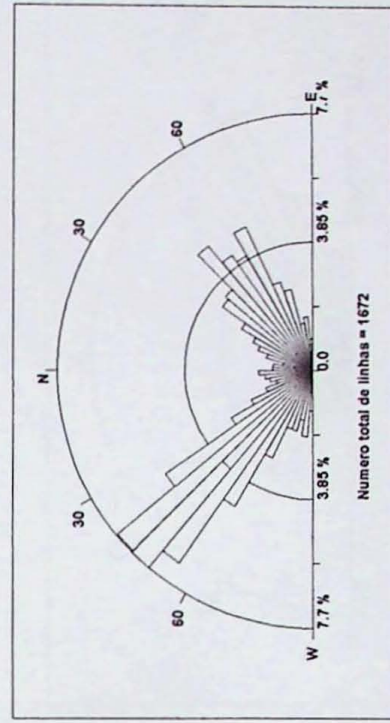
COORDENADAS EM UTM

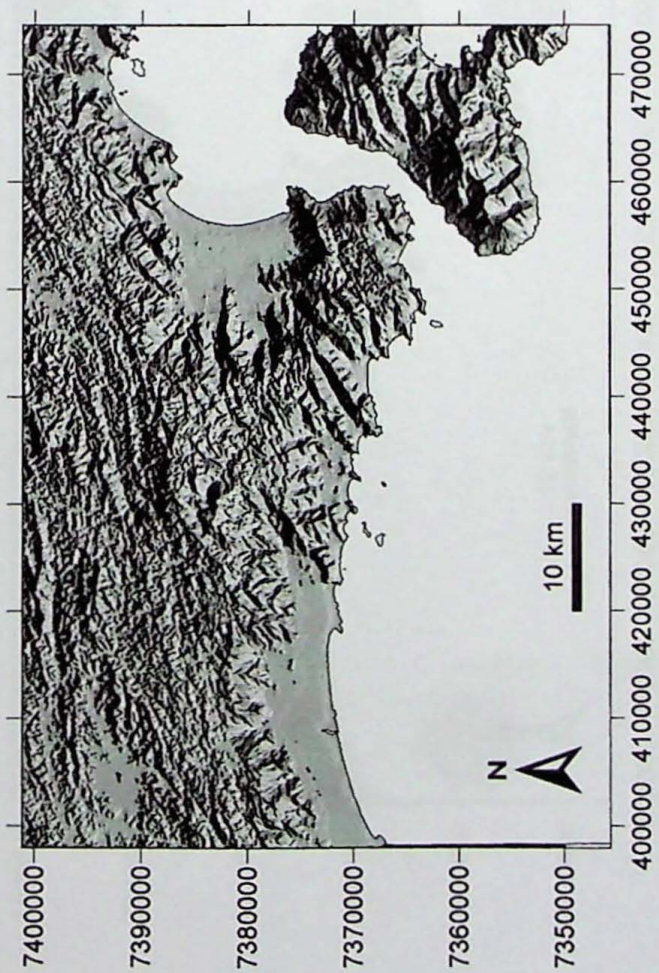
Figura 9: Extração de lineamentos de imagem de sombreamento de relevo (Azimute 45 graus, Elevação 45 graus)

ROSÁCEA - TAMANHO DE LINEAMENTOS

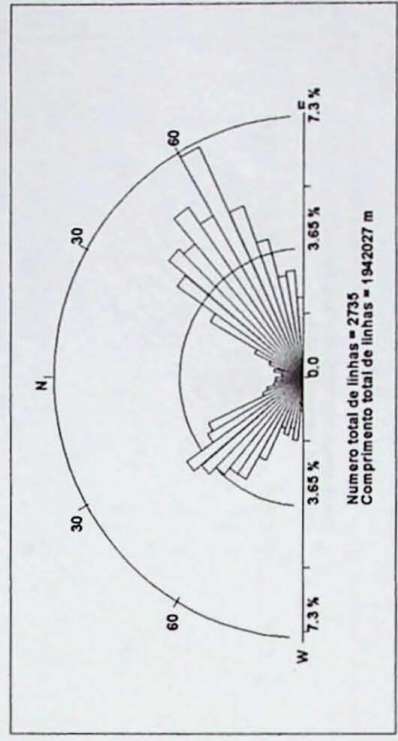


ROSÁCEA - NÚMERO DE LINEAMENTOS





ROSÁCEA - TAMANHO DE LINEAMENTOS



ROSÁCEA - NÚMERO DE LINEAMENTOS

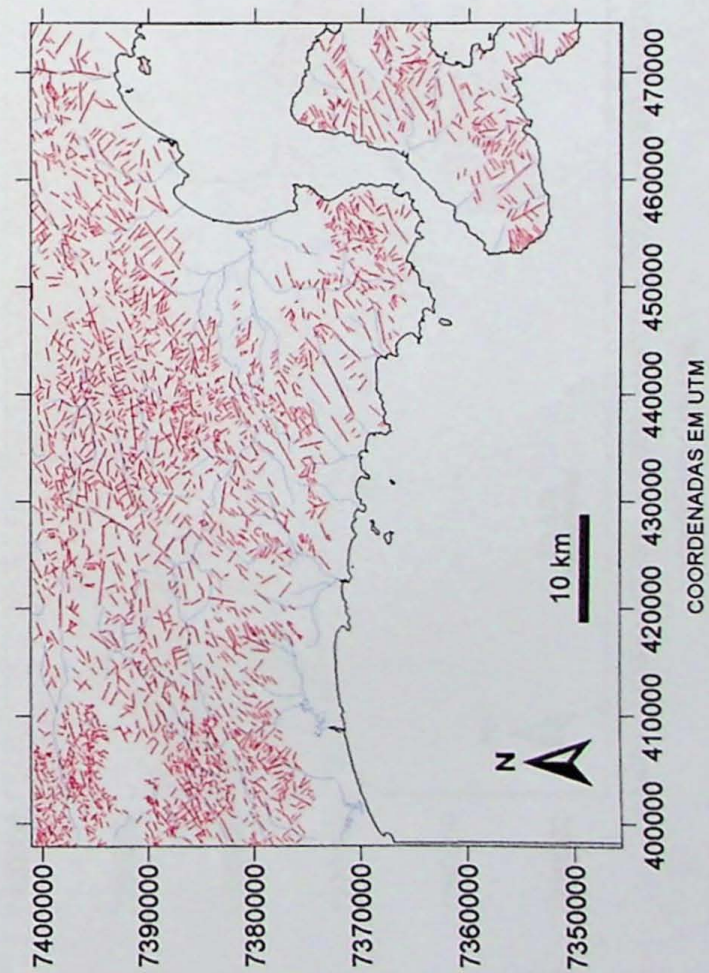
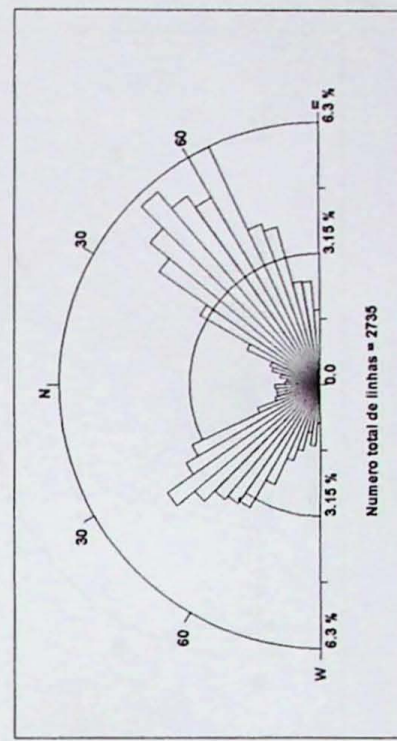
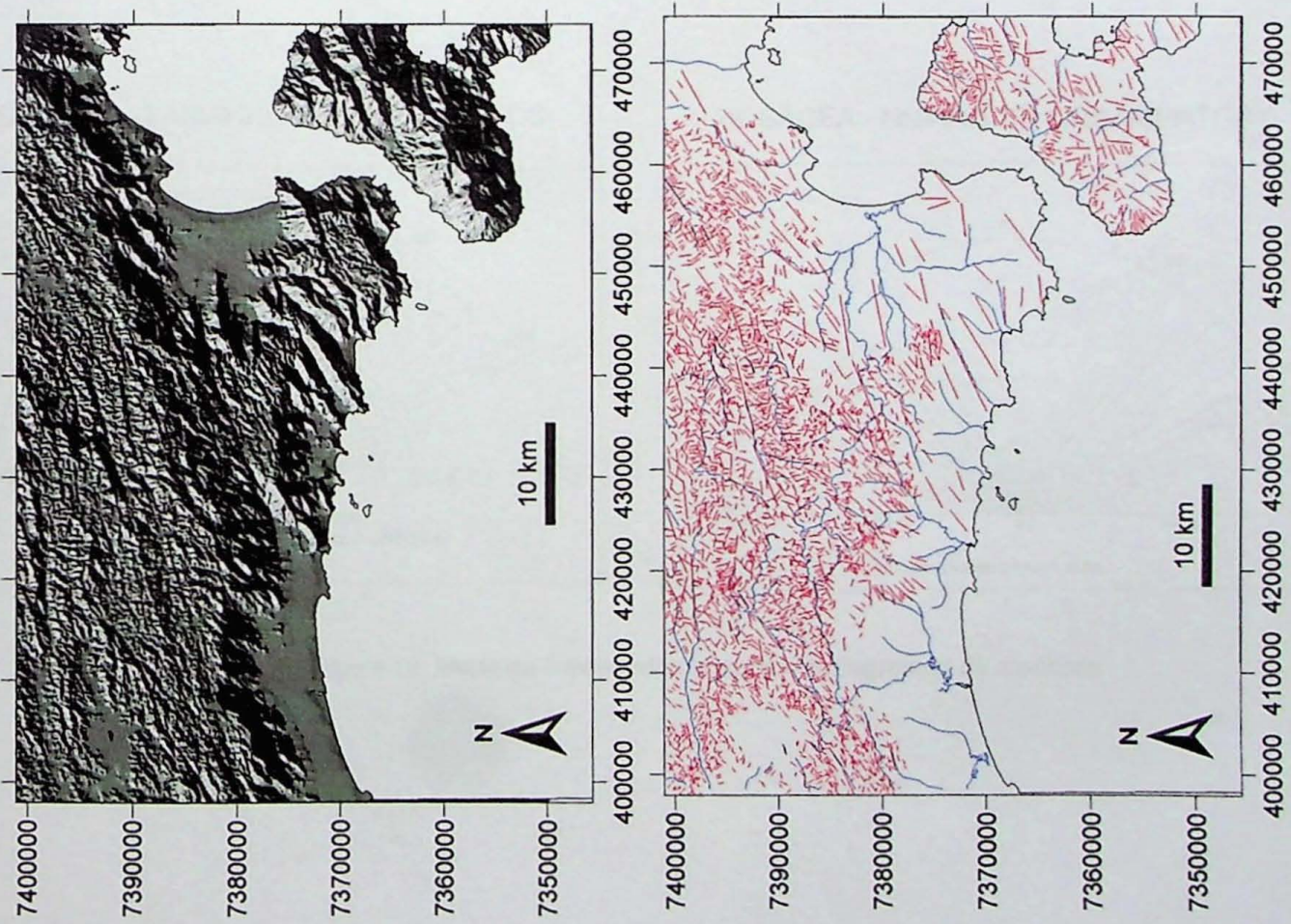


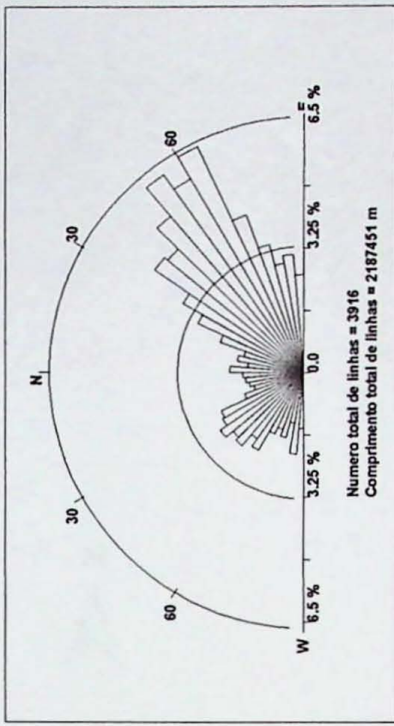
Figura 10: Extração de lineamentos de imagem de sombreamento de relevo (Azimute 190 graus, Elevação 45 graus)



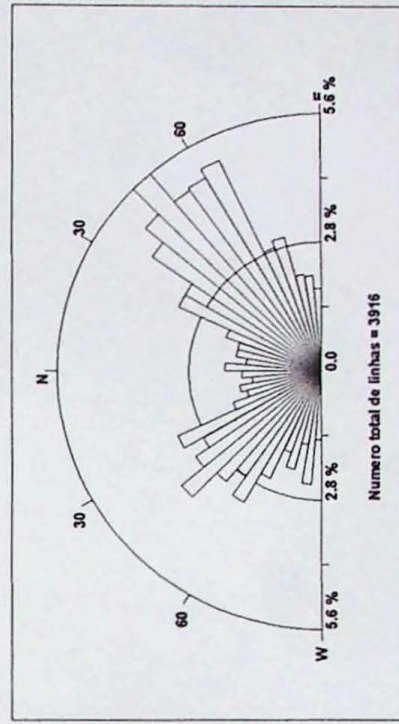
COORDENADAS EM UTM

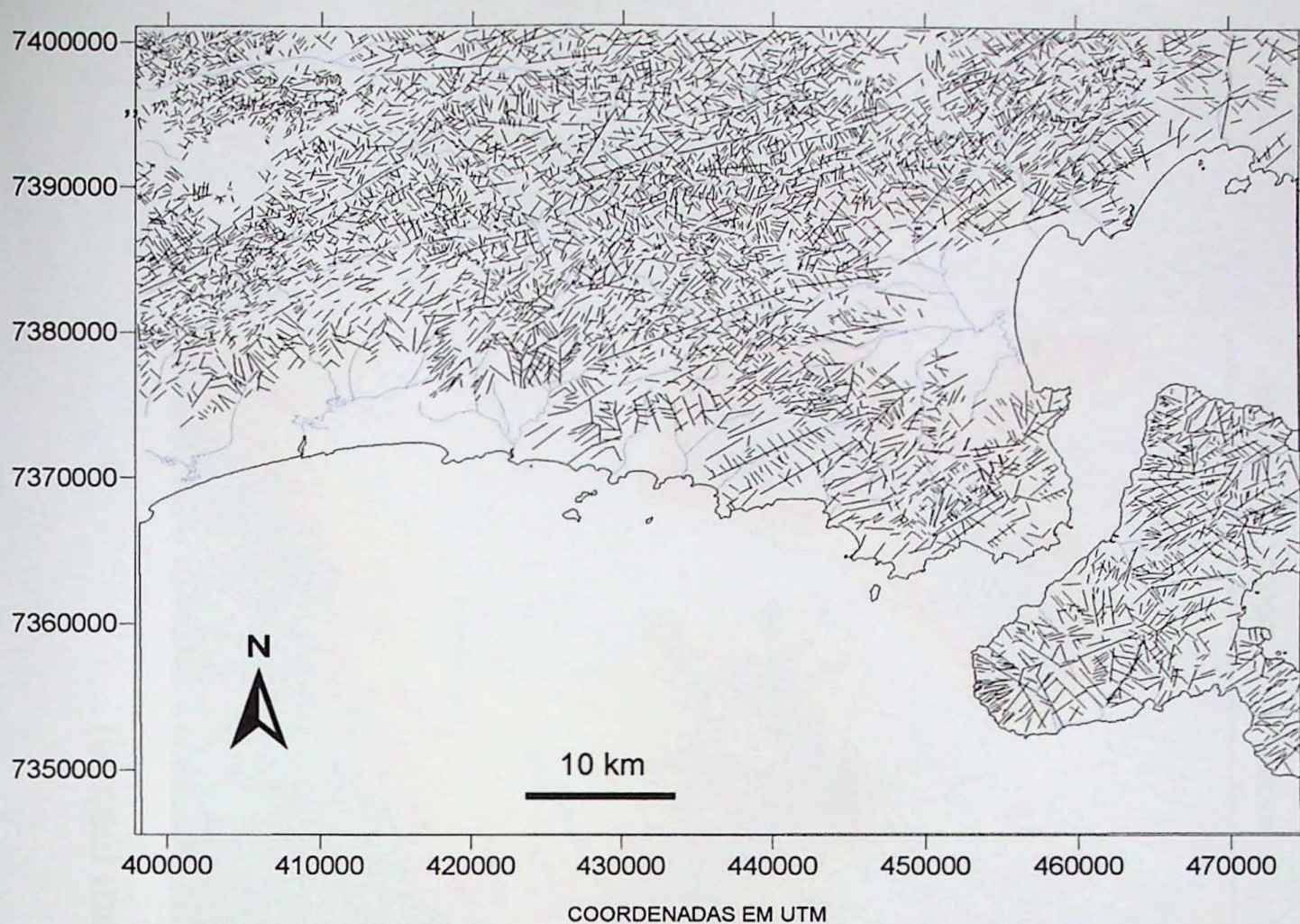
Figura 11: Extração de lineamentos de imagem de sombreamento de relevo (Azimute 315 graus, Elevação 45 graus)

ROSÁCEA - TAMANHO DE LINEAMENTOS

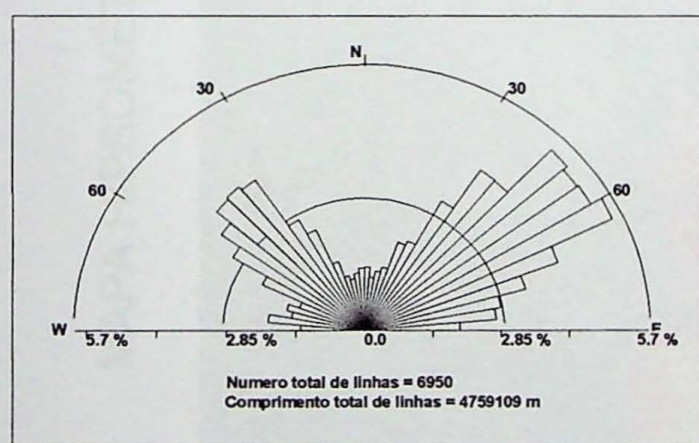


ROSÁCEA - NÚMERO DE LINEAMENTOS





ROSÁCEA - TAMANHO DE LINEAMENTOS



ROSÁCEA - NÚMRO DE LINEAMENTOS

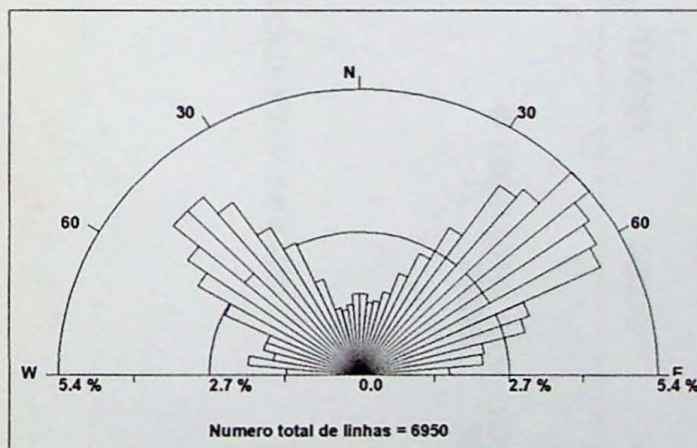


Figura 12: Mapa de lineamentos integrado e diagramas de rosáceas

MAPA HIPSOMÉTRICO (em metros)

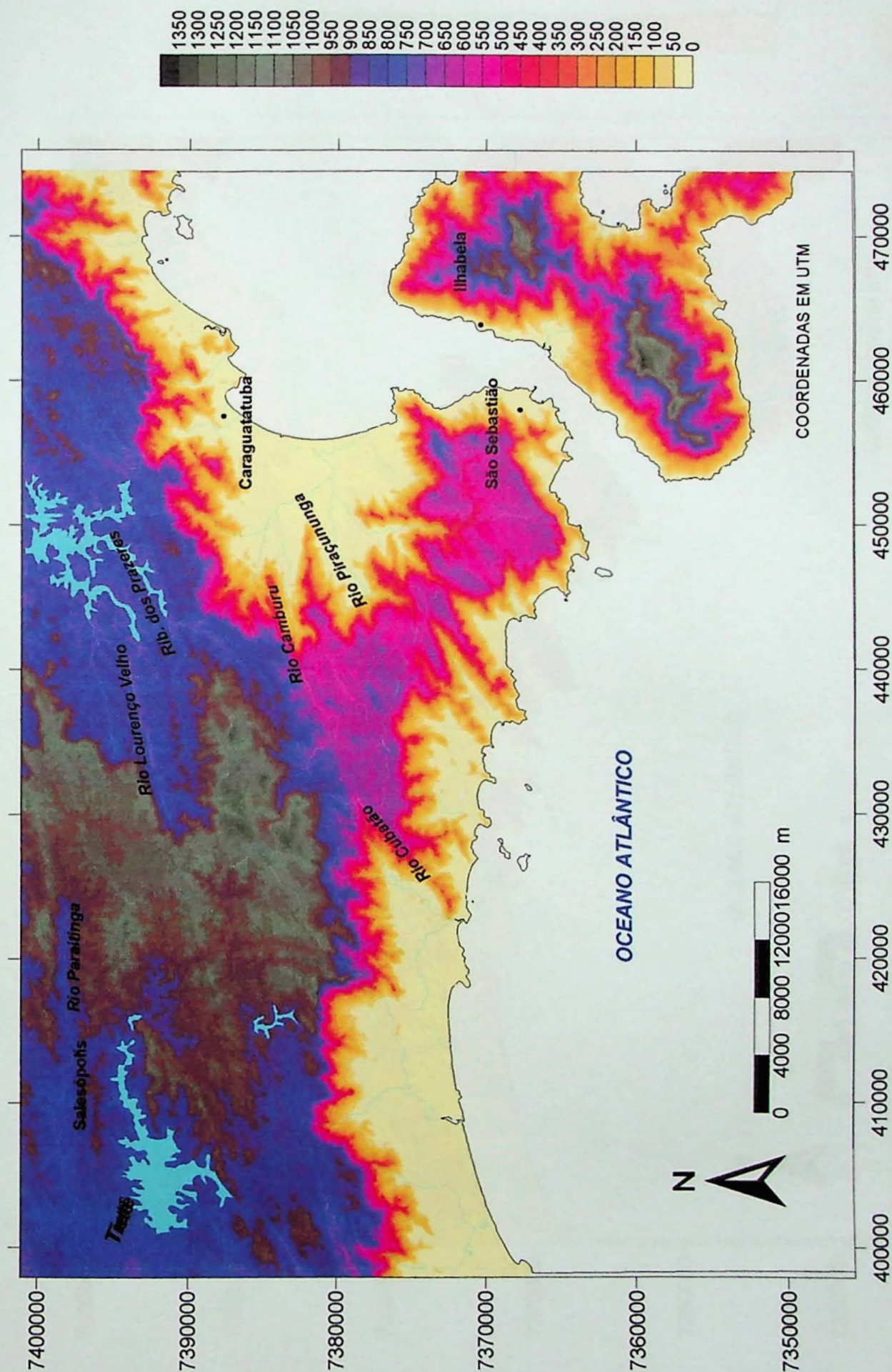


Figura 13: Mapa hipsométrico (em metros)

MAPA DE DECLIVIDADE (em graus)

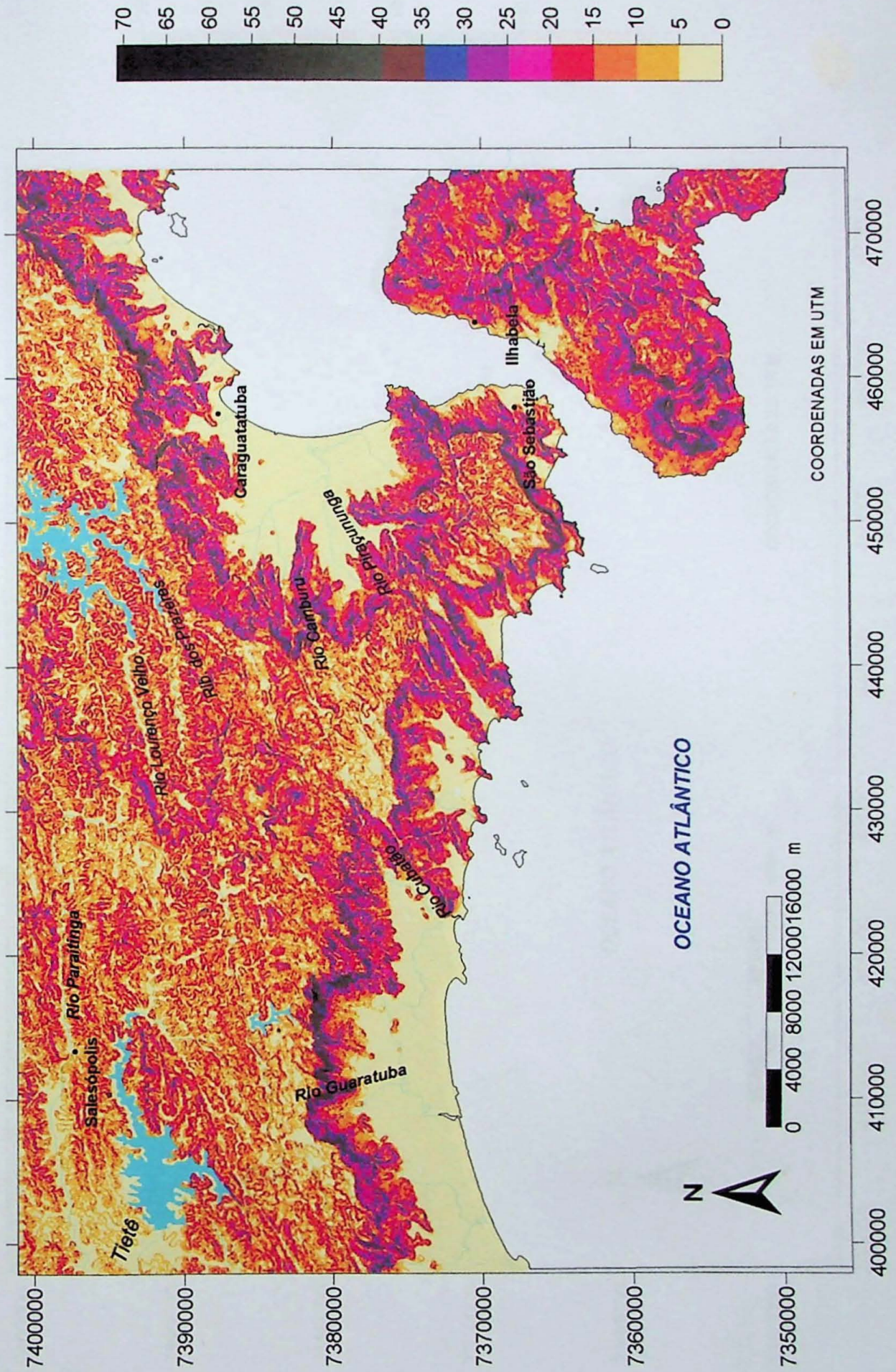


Figura 14: Mapa de declividade (em graus)

MAPA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES (em graus)

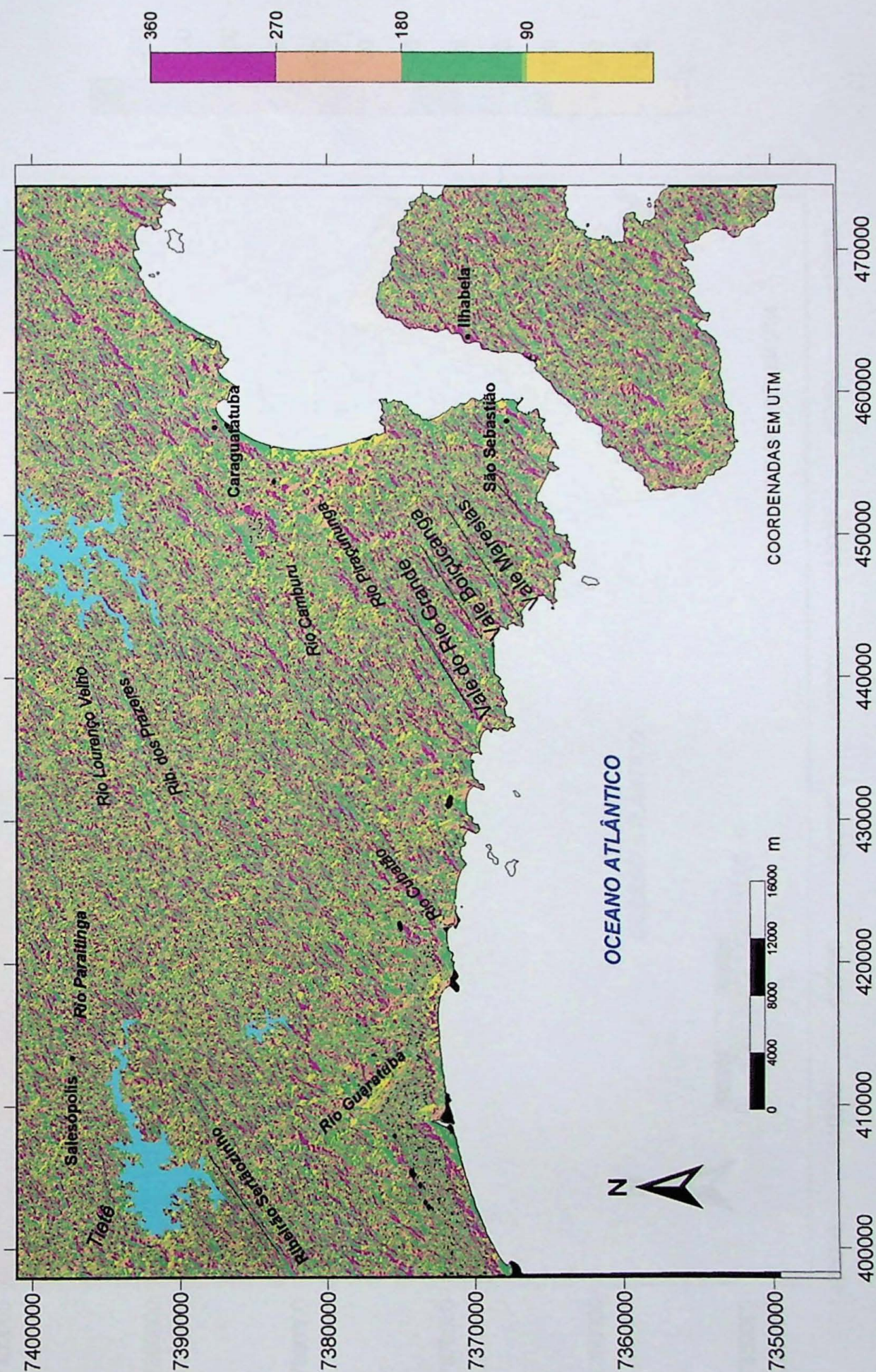


Figura 15: Mapa de orientação de vertentes (em graus)

MAPA DE ISOBASES (em metros)

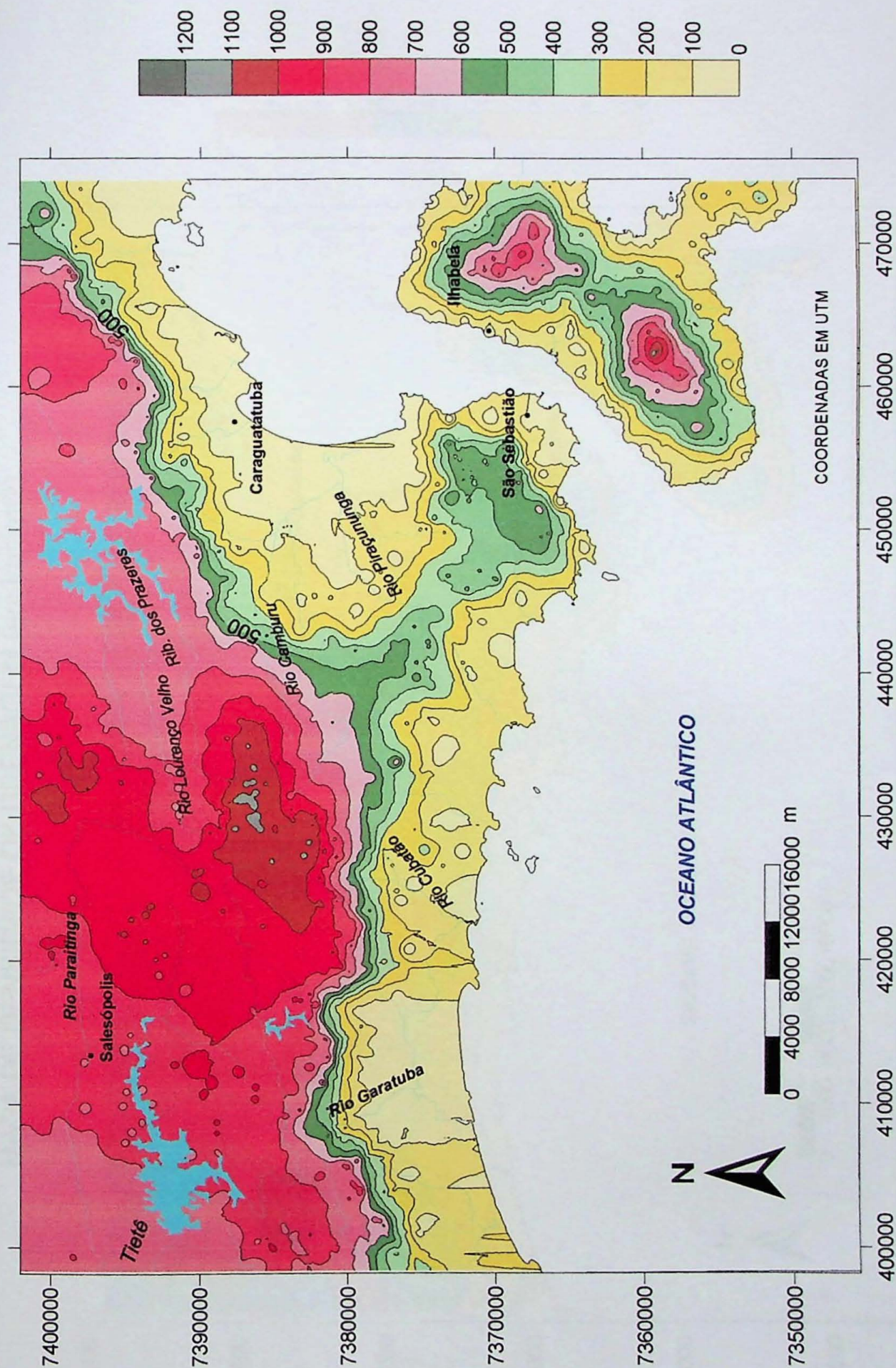


Figura 16: Mapa de isobases (em metros)

MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM (em km/km²)

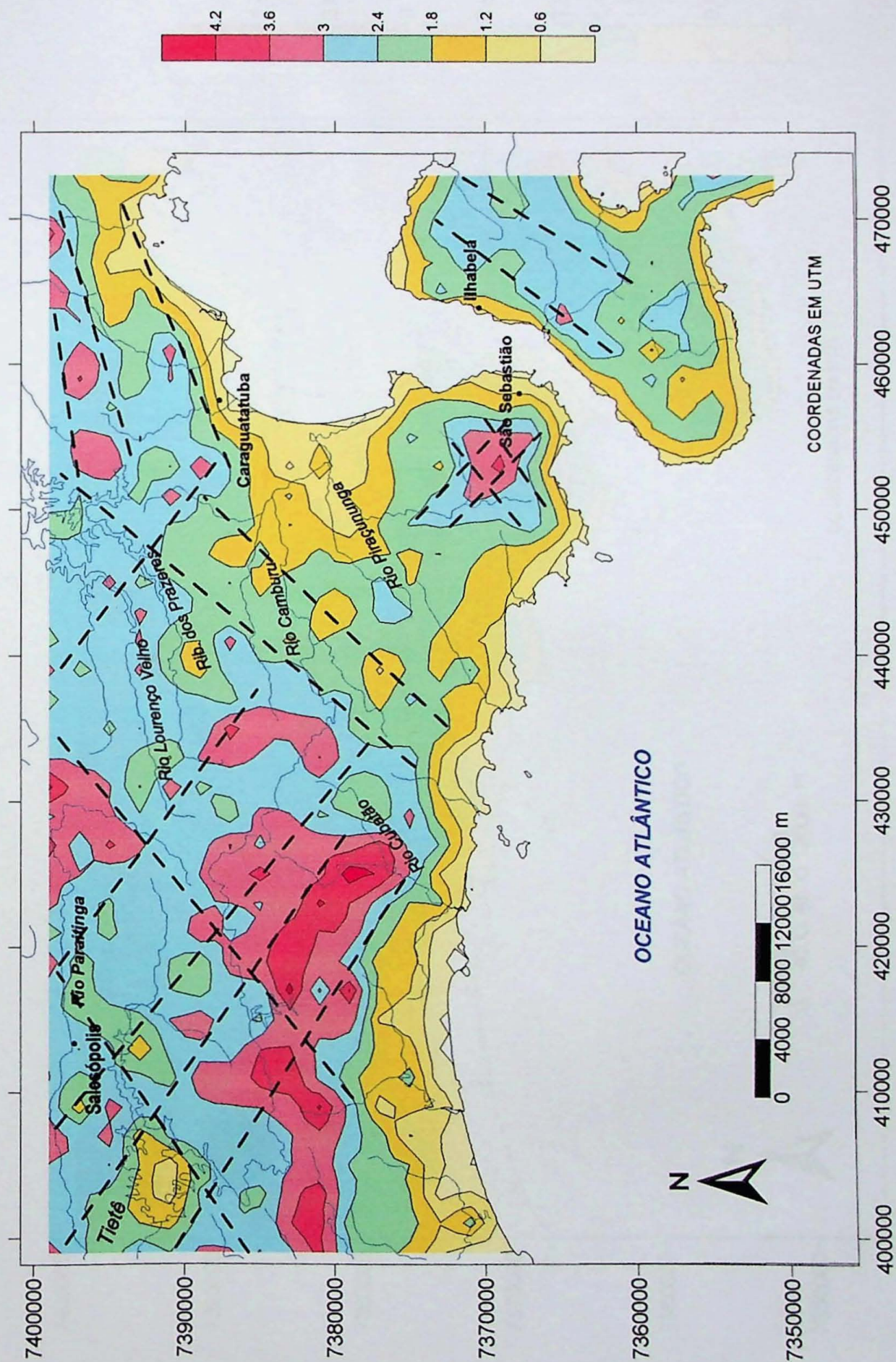


Figura 17: Mapa de densidade de drenagem (em km/km²)

MAPA DE DENSIDADE DE LINEAMENTOS (em km/km²)

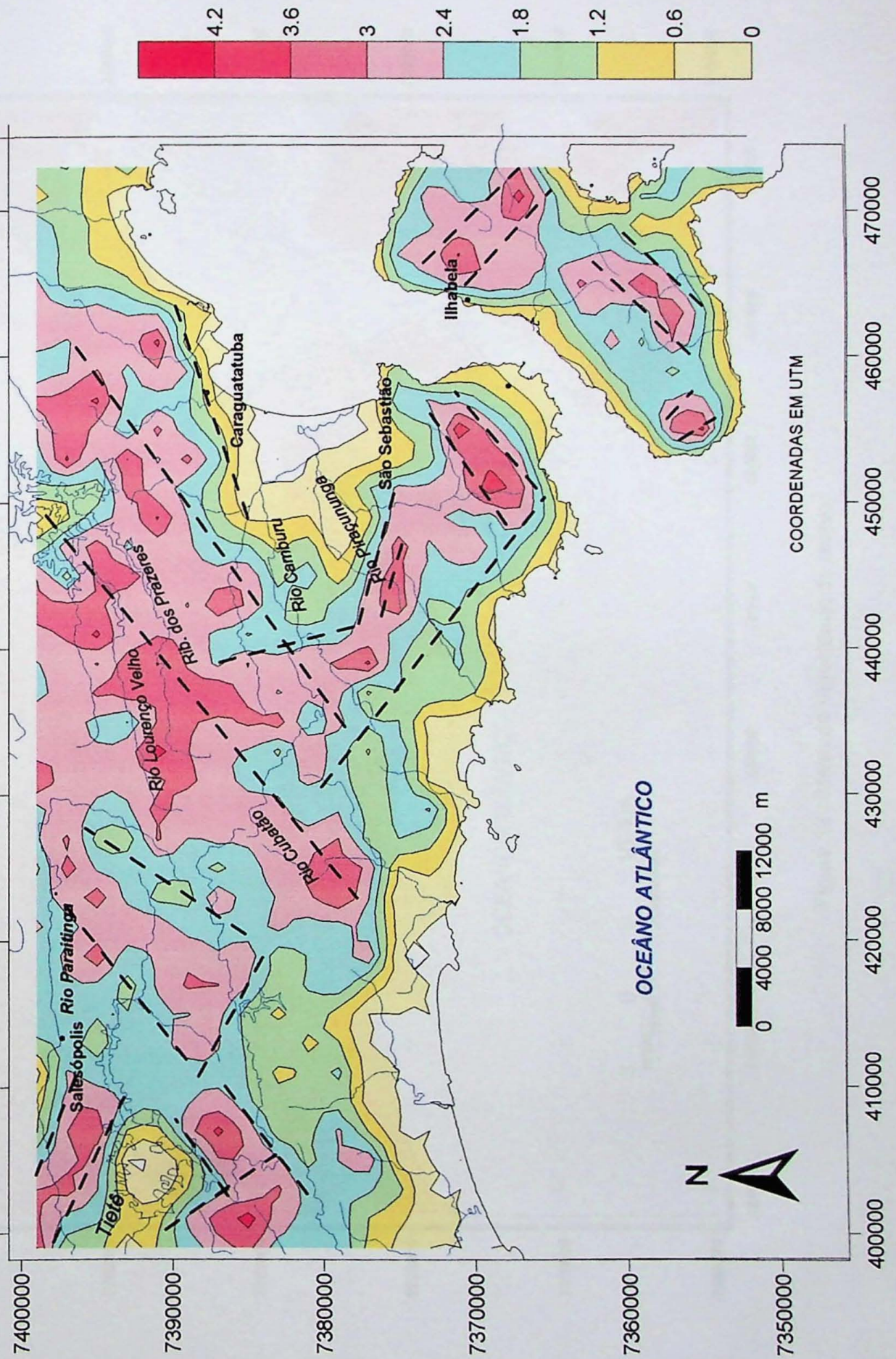


Figura 18: Mapa de densidade de lineamentos (em km/km²)

MAPA DE RUGOSIDADE DE RELEVO

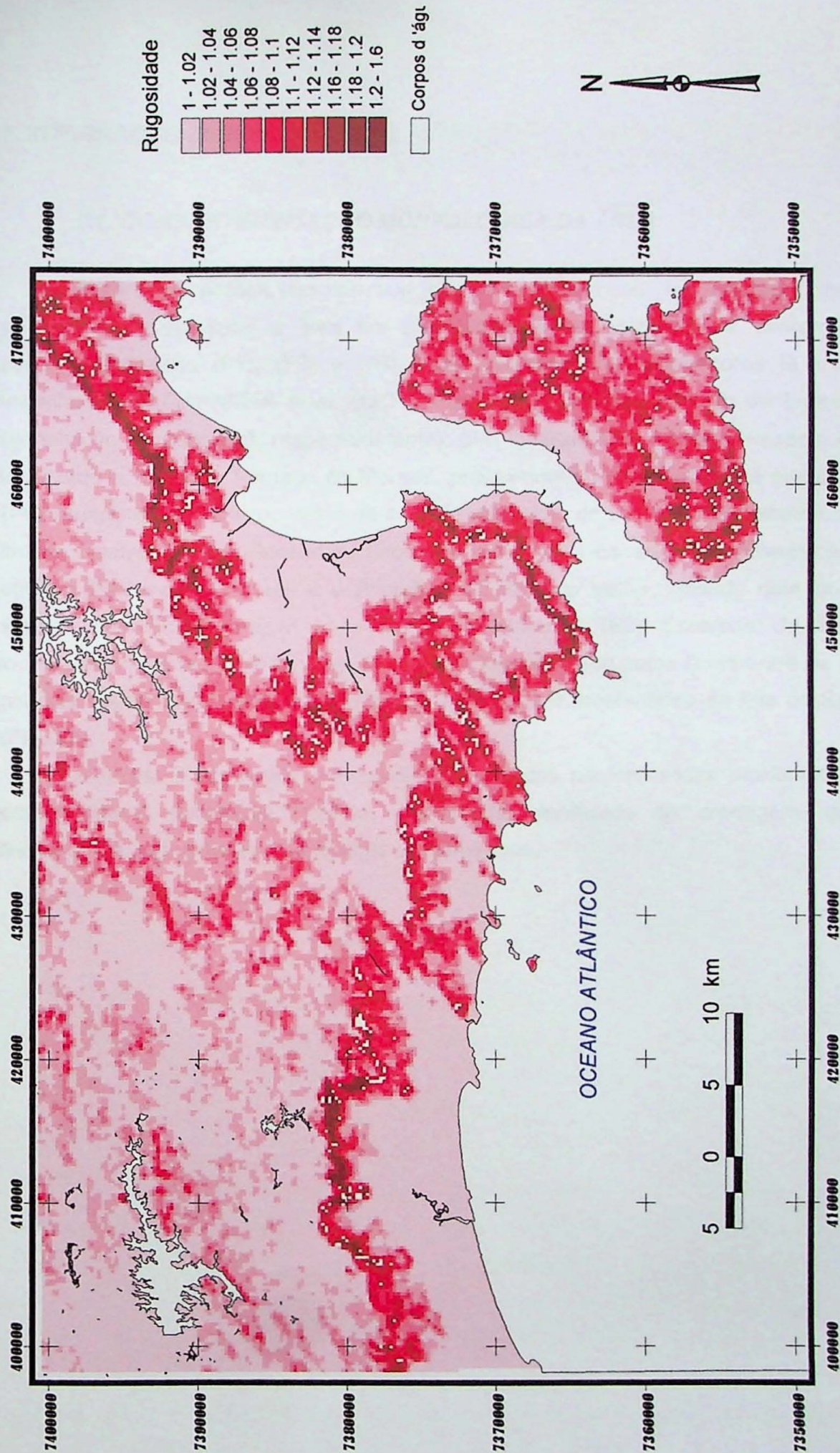


Figura 19 : Mapa de rugosidade de relevo.

7. INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS

7.1. COMPARTIMENTAÇÃO MORFOLÓGICA DA ÁREA

A partir da análise dos diversos índices morfométricos foi elaborado um mapa onde pôde-se compartimentar a área em diversas unidades morfológicas, conforme se segue: setores *planálticos* (P1), (P2) e (P3), que correspondem aos setores já levantados nos trabalhos de CAMPANHA *et al.* (1994) (Planalto do Moraes, Planalto do Lourenço Velho e Planalto do Juqueriquerê, respectivamente); (P4) localizado no extremo noroeste da área; (P5) localizado a oeste do Planalto do Moraes, provavelmente dissecado pela erosão remontante; (P6) situado no extremo nordeste da área no município de Ubatuba, aparentemente apresenta limites erosivos com o Planalto do Lourenço Velho; (E1) *Escarpas interplanálticas* localizadas entre o Planalto do Moraes e o Planalto do Lourenço Velho, fazendo com que estes dois setores planálticos estejam separados abruptamente; (E2) *Escarpas da Serra do Mar* localizadas no frontão sul da área de estudo, constituem-se como limite entre os planaltos e a planície costeira; (C) *baixadas litorâneas*; e (M) *relevo montanhoso* da Ilha de São Sebastião (Fig. 20).

A tabela 1 apresenta um quadro síntese das características morfométricas de cada compartimento (altimetria, isobase, declividade, densidade de drenagem, densidade de lineamentos, rugosidade) e da litologia predominante.

Compartimento Morfológico	Altitude (m)	Isobase (m)	Declividade (graus)	Densidade de drenagem (km/km ²)	Densidade de lineamentos (km/km ²)	rugosidade	Litologia
P1	Acima de 1000	950 - 1100	0 - 15	2.4 - 4.2	1.8 - 3.0	1.0 - 1.04	Granitos Migmatitos
	700	700 - 800	0 - 5	1.8 - 3.0	2.4 - 3.6	1.0 - 1.04	Granitos Migmatitos Gnaisses
P2	550 - 650	400 - 600	0 - 5	1.2 - 4.2	1.2 - 4.8	1.0 - 1.04	Granitos Migmatitos Gnaisses Metagabros Anfibolitos
P3	750	750 - 800	0 - 10	1.8 - 3.6	0.0 - 2.4	1.0 - 1.02	Dioritos
P4	850 - 1000	800 - 900	0 - 15	1.8 - 4.2	1.2 - 4.2	1.0 - 1.04	Granitos Quartzitos Migmatitos Gnaisses
P5	800 - 950	750 - 800	0 - 15	1.8 - 3.6	1.8 - 3.6	1.0 - 1.02	Idem
P6	50 - 900	600 - 800	20 - 60	1.2 - 1.8	0.0 - 1.8	1.08 - 1.6	Idem
E1	700 - 1200	800 - 1000	15 - 50	1.8 - 3.6	2.4 - 3.6	1.04 - 1.14	Idem
E2	50 - 1300	50 - 1200	15 - 50	1.8 - 3.0	1.2 - 3.6	1.06 - 1.18	Granitos Migmatitos Gnaisses Básicas Alcalinas
M	0 - 50	0 - 100	0 - 5	0 - 0.6	0 - 0.6	1 - 1.02	Dep. Quater.
C							

TABELA 1: SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DA ÁREA DE ESTUDO

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises morfométricas possibilitaram a identificação de anomalias e padrões de relevo, bem como a identificação preliminar de áreas anômalas indicativas de controle tectônico e feições erosivas. O uso das técnicas de geoprocessamento facilitou a obtenção de parâmetros morfométricos, devido à maior rapidez e precisão, salvo imperfeições inerentes à confecção e digitalização das cartas topográficas.

Os mapas hipsométrico e de isobases apesar de terem sido gerados a partir de diferentes critérios, resultaram em padrões muito semelhantes. A partir desses mapas pôde-se distinguir planaltos resultantes de erosão remontante como é o caso do planalto P4, situado a oeste do nível mais elevado da área (correspondente ao Planalto do Moraes), bem como planaltos que apresentam indícios de controle tectônico, por apresentarem-se limitados por relevo abrupto, como é o caso do Planalto do Lourenço Velho situado a leste no nível planáltico mais elevado e o nível planáltico situado a sudeste da área, correspondente ao Planalto do

Juqueriquerê. O limite entre esses dois últimos planaltos é dado por um falhamento normal, comprovado no trabalho de **CAMPANHA et al.** (1994).

Os mapas de rugosidade de relevo e declividade gerados a partir do MDT apresentaram resultados semelhantes. Estes mapas destacaram todo o relevo escarpado da área, a estruturação anelar do Complexo Sienítico da Ilha de São Sebastião, bem como o nível de aplainamento dos planaltos e planícies.

Os mapas de sombreamento de relevo e os modelos digitais de terreno contribuíram na identificação dos principais lineamentos estruturais, que indicaram a presença de *trends* com as seguintes principais direções: NE-SW, NW-SE, NNE-SSW e ENE-WSW. As direções NE-SW e ENE-WSW coincidem com a estruturação regional do Pré-Cambriano; as outras direções podem estar refletindo estruturação mais recente.

O mapa hipsométrico e o mapa de isobases, apesar de terem sido gerados a partir de diferentes critérios, resultaram em padrões muito semelhantes, compatíveis com o modelo digital de terreno (MDT). Comparando-se estes mapas pode-se perceber a amplitude local das formas de relevo, enquadrando-as corretamente em categorias (montanhas, morros, morrotes, etc). Através desses mapas também pôde-se distinguir vários elementos morfológicos menores, como setores planálticos afetados por erosão remontante (P2, P4 e P6), escarpas interplanálticas, escarpas da Serra do Mar, espigões, planícies litorâneas e relevo montanhoso da ilha de São Sebastião.

A distribuição e comportamento da rede de drenagem das bacias hidrográficas da área, revela um padrão que consubstancia a hipótese de recuo aparentemente erosivo da Serra do Mar, que vem sendo referida por muitos autores. Esta situação pode ser evidenciada pelo fato das bacias de drenagem que fluem para o Oceano Atlântico, estarem capturando rios que provavelmente pertenciam às bacias que fluem para o interior, como evidenciado na área (I) (**Anexo 2**). No entanto, cabe ressaltar que essas capturas devem ter um caráter bem recente.

Considerando a hipótese de recuo erosivo da Serra do Mar, pode-se dizer que o Planalto do Juqueriquerê esteve no passado em uma região relativamente protegida da erosão remontante, provavelmente devido a proteção imposta pelo relevo montanhoso da Ilha de São Sebastião, cuja rede de drenagem ao invés de fluir para a região de maior declive mais próxima do mar, flui para uma região mais distante desembocando nas planícies de Caraguatatuba. Porém sem trabalhos de campo esta suposição não pode ser confirmada. A rede de drenagem da área (III) (**Anexo 2**) apresenta forte condicionamento estrutural na sua disposição, apresentando um padrão de drenagem aproximadamente em treliça.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB' SABER, A.N. & Bernardes, N. 1958. Vale do Paraíba, Serra Mantiqueira e arredores de São Paulo. In: CONGR. INT. GEOGR., 18. Rio de Janeiro, 1956. *Guia de excursão* N° 4... Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia. 303p.
- AB' SABER, A.N. 1956. Etat actuel des connaissances sur les niveaux d'érosion et les surfaces d'aplanissement du Brésil. In: Congress International de Géographie, 18., Rio.
- AB' SABER, A.N. 1969. Uma revisão do Quaternário Paulista: do presente para o passado. *Rev. Bras. Geoc.*, 30(3): 515-516.
- ALMEIDA, F.F.M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Bol. Inst. Geogr. Geol.*, São Paulo, (41): 169-263.
- ALMEIDA, F.F.M. 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. DGM/DNPM, Rio de Janeiro. p. 1-36 (Boletim 241).
- ALMEIDA, F.F.M. de; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1973. The precambrian evolution of the south american cratonic margin south of Amazon River. In: NAIRN, E.M. & STEHLI, F.G. 1973. *The ocean basins and margins*. New York, Plenum., v. 1, cap. 11, p. 411-446.
- ALMEIDA, F.F.M. de et al. 1981. *Mapa geológico do Estado de São Paulo*; escala 1:500 000. São Paulo, IPT/Pró-Minério, Secretaria de Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, v.1 (IPT. Monografia, 6. Publicação, 1 184).
- ALMEIDA, F.F.M. de & CARNEIRO, C.D.R. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. *Rev. Bras. Geoc.*, 28 (2): 135-150.
- ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. In: PETROBRÁS/CENPES/DINTEP. P.75-88. (Projeto Remac 4).
- BIGARELLA, J. J. 1964. Variações climáticas no Quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. *Bol. Paranaense Geogr. Curitiba*, (10-15): 3-211.
- BIGARELLA, J.J.; ANDRADE, G.O. de. 1965. Contribution of the study of the Brazilian Quaternary. In: Wright Jr., H.E., Frey, D.G. (eds). *International studies on Quaternary*. New York: Geological Society of America, p. 443-451.
- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. 1965. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, Universidade do Paraná - Curitiba, 16/17: 117 - 152
- BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; DANTAS, A.S.L.; PONÇANO W.L.; CAMPANHA, G.A.C.; NAGATA, N.; ALMEIDA, M.A.; STEIN, D.P.; MELO, M.S.; CREMONINI, A.C. 1981. Mapa Geológico do estado de São Paulo, 1:500.000. São Paulo, IPT. V.2. (Monografias IPT, 6).

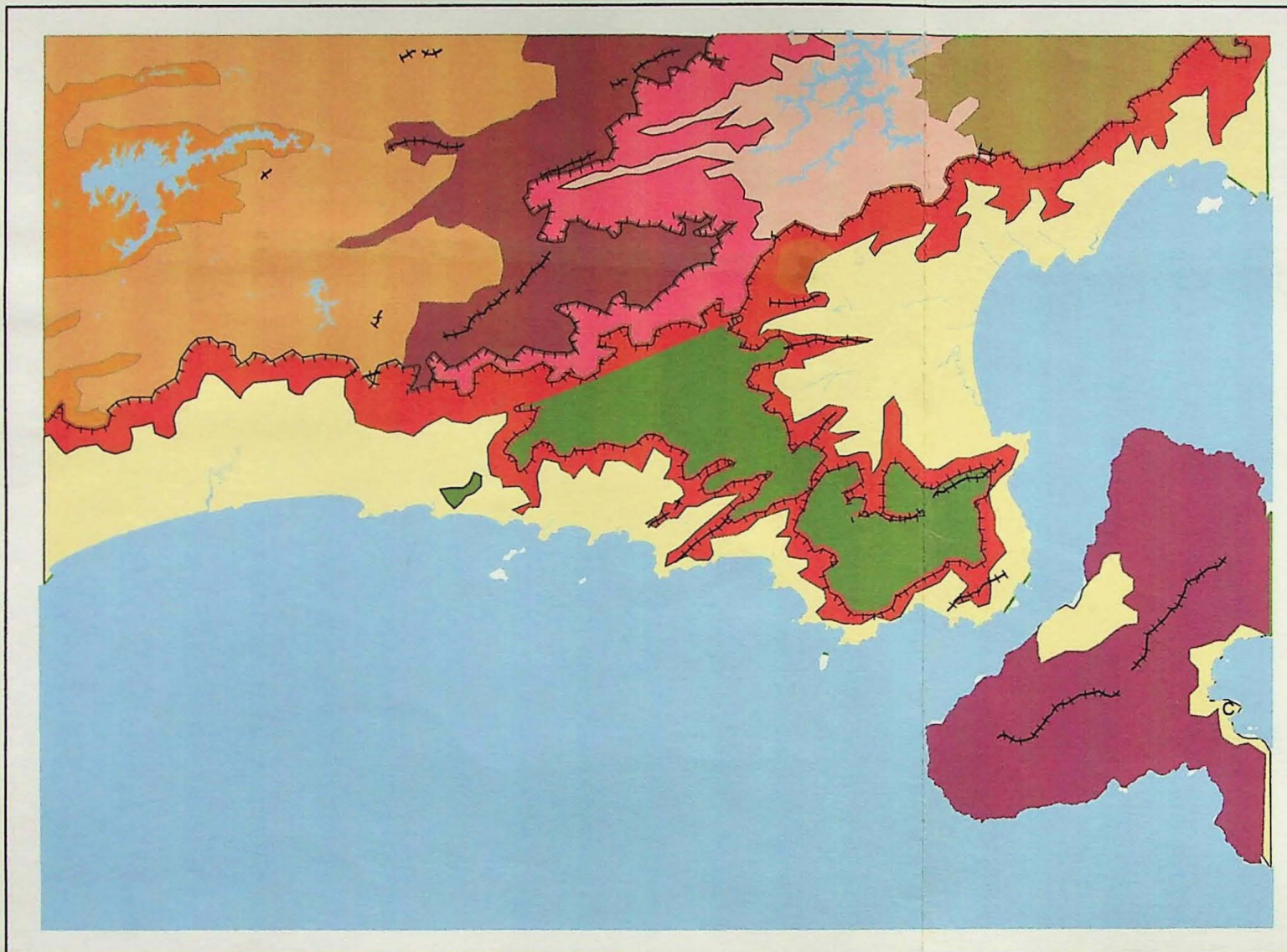
- CAMPANHA, G.A.C.; ENS, H.H.; PONÇANO, W.L. 1994. Análise química do Planalto do Juqueriquerê, São Sebastião. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(1): 32-42.
- CAMPANHA, G.A.C.; ENS, H.H. 1996. Estruturação geológica da Serra do Juqueriquerê, São Sebastião, SP. *Bol. IG-USP, Série Científica*, 27: 41-49.
- CAMPOS NETO, M.C. & FIGUEIREDO, M.C.H. 1995. The Rio Doce Orogeny, Southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. Pergamon Press, 8(2): 143-162.
- CHIODI FILHO, C.; CHIEREGATI, L.A.; THEODOROVICZ, A.M.G.; THEODOROVICZ, A.; MENEZES, R.G.; RAMALHO, R.; BATOLLA Jr., F. 1983. Geologia e recursos minerais das folhas de Natividade da Serra e Caraguatatuba. In: JORNADA SOBRE A CARTA GEOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO EM 1:50.000, 1., *Atas*. São Paulo, Pró-Minério. IPT. p. 8-9.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1974. *Geomorfologia*. São Paulo, editora Edgard Blucher e editora da Universidade de São Paulo. 149 p.
- COUTINHO, J.M.V.; ENS, H.H.; RODRIGUES, E.P.; TASSINARI, C.C.G. 1991. Mafic dyke swarms in the northern coast of São Paulo, Brazil (a preliminary report). In: INTERN. SYMP. MAFIC DYKES. São Paulo, 1991. *Extended Abstracts...* São Paulo, SBGq/Soc.Geol. Portugal p. 111-115.
- COUTINHO, J.M.V.; ENS, H.H.; RODRIGUES, E.P. 1992. Petrography and field features of precambrian and mesozoic mafic dykes in southeastern Brazil. In: INTERN. GEOL. CONGR., 29. Kyoto, Japan. p.567.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Projeto Integração Geológica – Metalogenética, Folha Rio de Janeiro – Carta Geológica Santos SF.23-Y-D, Escala 1:250.000 1999.
- CRUZ, O. 1974. *A Serra do mar eo o Litoral na Área de Caraguatatuba: Contribuição à Geomorfologia Litorânea e Tropical*. São Paulo, IGEO/USP. 181 p. (Série Teses e Monografias 11).
- DEFFONTAINES, B. 1989. Proposition of a morpho-neotectonic method; application in the Fougères area, Oriental Brittany, France. *Bull. INQUA N.C.12*, p. 48-52.
- DEFFONTAINES, B. 1991. Contribution of drainage network analysis to neotectonics: method and application in France. *Bull. INQUA N.C. 14*: 16-17.
- DIAS NETO, C.M. 2001. *Evolução tectono-termal do Complexo Costeiro (Faixa de Dobramentos Ribeira em São Paulo)*. Instituto de Geociências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 160p.
- FILOSOFOV, V.P. 1960. *Guia conciso para métodos morfométricos na pesquisa de estruturas tectônicas*. Saratov, Saratov Univ. Publ. House. (em russo)
- FREITAS, R.O. de. 1951. Relevos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro. *Boletim. Paul. Geog.*, 7:3-19.

- GALLAGHER, HAWKESWORTH, C.H.; MANTOVANI, M.S.M. 1994. The denudation history of the onshore continental margin of the SE Brazil inferred from apatite fission track data. *Journal of Geophysical Research*, 99, n. B9, p.18, 117-18, 145.
- GARDA, G.M.; SCHORSCHER, H.D. 1994. Os diques máficos e ultramáficos da região costeira entre as cidades de São Sebastião e Ubatuba, São Paulo-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38,1994. *Boletim de resumos...* Camboriú, SBG, v. 3, p. 62-63.
- GOLTS, S. & ROSENTHAL, E.1993. A morphotectonic map of the northern Arava in Israel, derived from isobases lines. *Geomorphology* 7:305-315.
- HASUI, Y.; GIMENEZ, A.F ; MELO, M.S. de. 1978^a. Sobre as bacias tafrogênicas continentais do sudeste brasileiro. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife. *Anais...Recife*, SBG, v.1, p.382-392.
- HASUI, Y.; OLIVEIRA, M.A.D. 1984. Província Mantiqueira - setor central. In: ALMEIDA, F.F.M.; HASUI,Y. (eds). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Ed. Edgard Blucher. 378 p.
- HASUI, Y. 1990. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: Workshop sobre neotectônica e sedimentação cenozóica continental no sudeste brasileiro. 1, Belo Horizonte-MG. *Bol. Soc. Bras. Geol.-Núcleo Minas Gerais*, 11: 1-31.
- HIRUMA, S.T & PONÇANO, W.L.1994. Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfo-pedológicos na área do Alto Rio Pardo, SP e MG. *Ver. Inst. Geol.*, 15(1/2):49-57.
- HIRUMA, S.T.,1999. *Neotectônica no Planalto de Campos do Jordão, SP*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. Dissertação de Mestrado, 102 p.
- HORTON, R.E. 1945. erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. Am. Bul.*, 56(3):275-370.
- JAIN, V.E. 1984. *Geotectonica general*. Editorial MIR, Moscou,v.1, 357p.
- JIANJUN, H.; MUKANG, H.; OLLIER, C.D. 1997. A morphometric method to determine neotectonic activity of the Weihe Basin in northwestern China. *Episodes*, 10(2): 95-99.
- KING, L. 1956. A geomorfologia do Brasil oriental. *Ver. Bras. Geogr.*, 18(2):147-265.
- MACHADO FILHO, M.; RIBEIRO, W.; GONZALEZ, S.R.; SCHENINI, C.A.; SANTOS NETO, A.; PALMEIRA, R.C.B.; PIRES, J.L.; TEIXEIRA, W.; CASTRO, H.E.F. 1983. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SF. 23/24. Rio de Janeiro /Vitória. MME, Rio de Janeiro. 27-304. (Levantamento de recursos naturais v. 32).
- MACHADO, R.; ENDO, I. 1993. A megaestrutura em flor positiva do vale do rio Paraíba do Sul no Rio de Janeiro e suas implicações tectônicas regionais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3., Rio de Janeiro. *Atas*. Rio de Janeiro SBS p. 208-213.

- MAFFRA, C.Q.T. 2000. *Geologia estrutural do embasamento cristalino na região de São Sebastião, SP: evidência de um domínio transpressivo*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 113p.
- MARTONNE, E. De 1943. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico. *Rev. Bras. Geogr.*, 5(4): 523-550.
- MONBEIG, P. 1949. A divisão regional do Estado de São Paulo. *An. Assoc. Geógr., Bras.*, São Paulo, 1(1945/1946):19-30.
- MORAES REGO, L.F. 1930. Geologia do petróleo no estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. 105p. (Boletim 46).
- MORAES REGO, L.F. 1932. *Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese*. Instituto Astronomico e Geographico de São Paulo, 28p.
- PEREIRA, M.J. 1992. Considerações sobre a estratigrafia do Cenomaniano-Santoniano em algumas bacias continentais brasileiras e sua implicação na história tectônica e sedimentar da margem continental. *Boletim Geociências Petrobrás*, v. 6, n. 3/4, p.171-176.
- PONÇANO, W.L.; ALMEIDA, F.F.M. 1993. Superfícies erosivas nos planaltos cristalinos do leste paulista e adjacências: uma revisão. *Cadernos do IG - UNICAMP*, Campinas, 3(1): 55 - 90
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. 1981. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, São Paulo, IPT. v. 1. (Monografia 5).
- RICCOMINI, C. 1988. *O rift continental do sudeste do Brasil*. São Paulo. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 256p.
- RICCOMINI, C.; PELOGIA, J.C.L.; SALONI, M. W.K.; FIGUEIRA, R.M. 1989. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (southern Brazil). *J.S. am. Earth. Sci.*, 2(2): 191-197.
- RODRIGUEZ, S.K. 1993. *Neotectônica e sedimentação quaternária na região da "Volta Grande" do Rio Xingu, Altamira, Pará*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências – USP, 106p.
- RUELLAN, F. 1944. Aspectos geomorfológicos do litoral brasileiro entre Santos e o Rio Doce. *Bol. da Assoc. dos Geógrs. Bras.* São Paulo, (4):6-12.
- SAADI, A. 1991. *Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais: tensões intra-placa, descontinuidades crustais e morfogênese*. Tese para cargo de Professor Titular – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências – UFMG, Belo Horizonte, 285 p.
- SALVADOR, E.D. & RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica na região do Alto Estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*, 25 (3): 151-164.

- SILVA, A.T.S.F., ALGARTE, J.P., CHIODI FILHO, C., CHIODI, D.K., FERNANDES, N.A. 1977 O Complexo Bairro do Marisco (Caraguatatuba, SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1, 1977, São Paulo. *Atas...* São Paulo: SBG. p. 74-90.
- STRAHLER, A.N. 1952. Dynamic basis of geomorphology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 63: 923-938.
- SUGUIO, K. 1996. Papel da Neotectônica na evolução do litoral brasileiro. In: SBG/CONGR. BRAS. DE GEOL., 38, Salvador, 1996. *Resumos expandidos*, (5):473-476.
- TASSINARI, C.C.G. 1988. *As idades das rochas e dos eventos metamórficos da porção sudeste do Estado de São Paulo e sua evolução crustal*. São Paulo. 235 p. (Tese de Doutorado apresentada ao Inst. de Geoc. da USP).
- TRICART, J. 1959. Divisão Morfoclimática do Brasil Atlântico Central. *Bol. Paul.geogr.*, S

MAPA MORFOLÓGICO



Legenda

- C
- E1
- E2
- M
- P1
- P2
- P3
- P4
- P5
- P6

escarpas

cristas

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR
DO PLANALTO ATLÂNTICO E PROVÍNCIA
COSTEIRA, ENTRE SALESÓPOLIS E
SÃO SEBASTIÃO, SP

Simone Sandra Sonvesso

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

2003

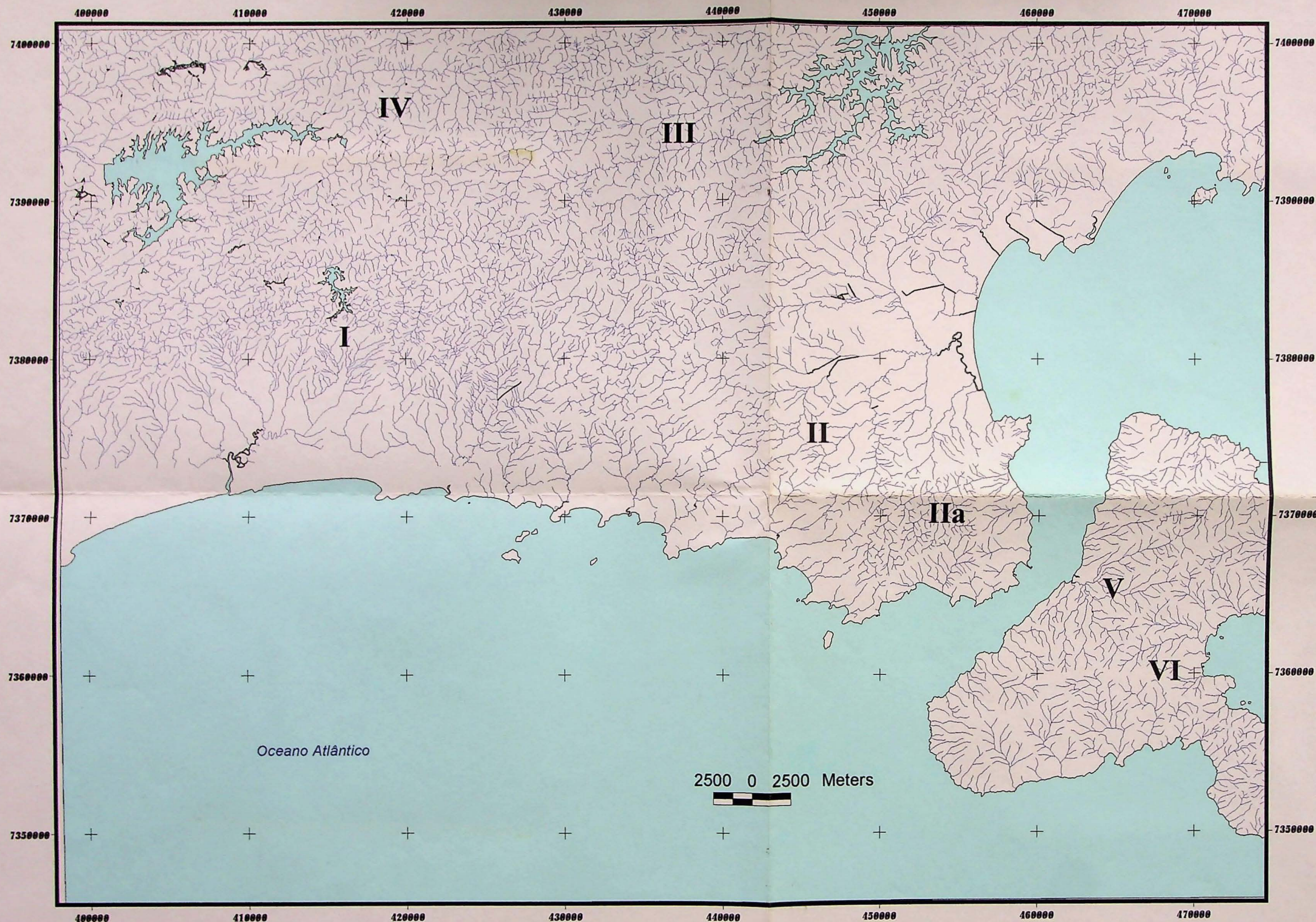
ANEXO 3

0 2 4 8 12 16 km



MAPA DE DRENAGENS

18503
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP
- BIBLIOTECA -



Padrões de drenagem
nas principais bacias

- I - paralelo a dendrítico
- II - sub-dendrítico
- III - treliça
- IV - treliça direcional
- V e VI - dendrítico

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR
DO PLANALTO ATLÂNTICO E PROVÍNCIA
COSTEIRA, ENTRE SALESÓPOLIS E
SÃO SEBASTIÃO, SP

Simone Sandra Sonvesso

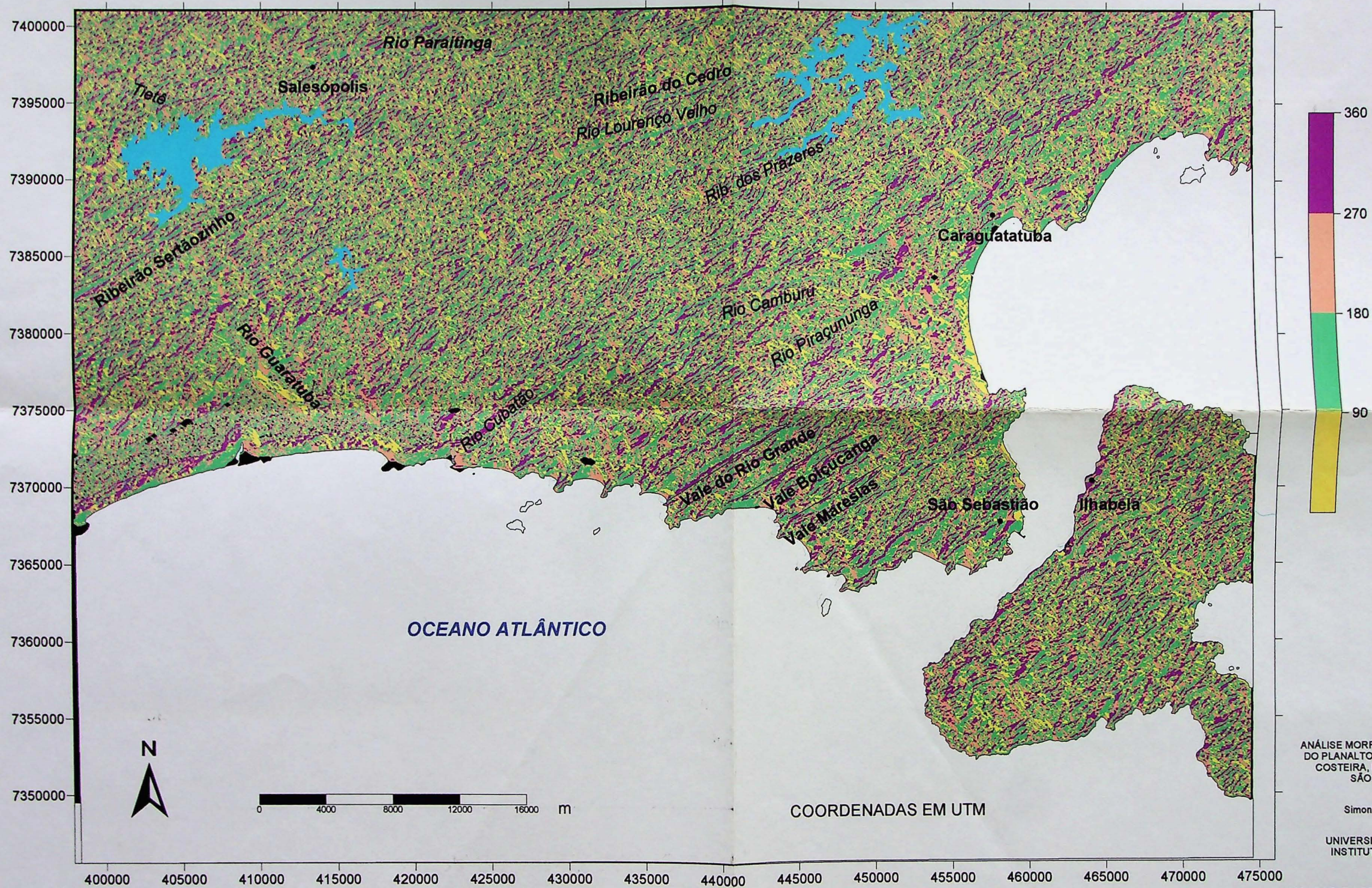
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

2003

ANEXO 1

MAPA DE ORIENTAÇÃO DE VERTENTES (em graus)



ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UM SETOR
DO PLANALTO ATLÂNTICO E PROVÍNCIA
COSTEIRA, ENTRE SALESÓPOLIS E
SÃO SEBASTIÃO, SP

Simone Sandra Sonvesso

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

2003

ANEXO 2

