

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**MAPEAMENTO E QUALIFICAÇÃO DAS COBERTURAS
INCONSOLIDADAS APLICADOS AO PLANEJAMENTO
TERRITORIAL NA ESCALA 1:250 000 FOLHA MACAÉ,
ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

CARLOS EDUARDO OSÓRIO FERREIRA

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO
REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS.**

RIO DE JANEIRO

DEZEMBRO DE 1999.

**MAPEAMENTO E QUALIFICAÇÃO DAS COBERTURAS
INCONSOLIDADAS APLICADOS AO PLANEJAMENTO
TERRITORIAL NA ESCALA 1:250 000 FOLHA MACAÉ, ESTADO
DO RIO DE JANEIRO**

CARLOS EDUARDO OSÓRIO FERREIRA

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO
REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Geologia de Engenharia e Ambiental

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Eduardo de Moraes Fernandes

Aprovada por:

Prof. Dr. Franklin dos Santos Antunes (UFRJ-PUC-Rio)

Prof. Dr. Josué Alves Barroso (UFRJ-UENF)

Prof^ª. Dr. Helena Polivanov (UFRJ)

**RIO DE JANEIRO - RJ - BRASIL
DEZEMBRO/1999**

FICHA CATALOGRÁFICA

FERREIRA, CARLOS EDUARDO OSÓRIO

Mapeamento e Qualificação das Coberturas Inconsolidadas Aplicadas ao Planejamento Territorial na escala 1:250 000 Folha Macaé, Estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro), 1999.

XI, 61p, 29,7 cm (Instituto de Geociências, UFRJ, M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Geologia, 1999).

Tese-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências.

1-MAPEAMENTO

2-COBERTURAS INCONSOLIDADAS

3-FOLHA MACAÉ

I-IG/UFRJ

II-Título (série)

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Dr. Carlos Eduardo de Moraes Fernandes, orientador desta Dissertação de Mestrado, pelo incentivo e sugestões no decorrer dos trabalhos.
- Aos Professores Dra. Helena Polivanov e Dr. Franklin dos Santos Antunes, pelo incentivo recebido.
- Ao **Serviço Geológico do Brasil - CPRM**, na pessoa do Geólogo Cássio Roberto da Silva, Chefe do Departamento de Gestão Territorial, pela autorização para utilização neste trabalho de dados de serviço levantados pelo autor para o Projeto Rio de Janeiro, do qual faz parte da equipe, e que está sendo elaborado para apresentação no XXXI Congresso Internacional de Geologia.
- Ao Geógrafo Marcelo Eduardo Dantas, do Departamento de Gestão Territorial da CPRM, pela colaboração na revisão do texto.
- À minha esposa, Maria de Lourdes e aos meus dois filhos, Pedro e Mariana, pela força transmitida.
- Finalmente, aos meus pais, Professor e Geólogo Evaldo Osório Ferreira (in memoriam) e Julita, ele o responsável pelos primeiros conhecimentos e pelo amor que tenho pela Geologia.
- Ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

RESUMO DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS.

MAPEAMENTO E QUALIFICAÇÃO DAS COBERTURAS INCONSOLIDADAS APLICADOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL NA ESCALA 1:250 000, FOLHA MACAÉ, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

**CARLOS EDUARDO OSÓRIO FERREIRA
DEZEMBRO/1999**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Eduardo de Moraes Fernandes

Área de concentração: Geologia de Engenharia e Ambiental

As formações geológicas constituídas por sedimentos inconsolidados recentes, que afloram em uma determinada região, denominadas nesta Dissertação de Mestrado **Coberturas Inconsolidadas**, sofrem diretamente o impacto da ocupação antrópica, expondo as suas vulnerabilidades aos processos de degradação decorrentes dessa ocupação. Por outro lado, em muitos casos, essas coberturas, face às suas características naturais, podem apresentar sérias restrições ao uso dos territórios pelo homem.

Este trabalho apresenta o mapeamento e a qualificação das Coberturas Inconsolidadas que ocorrem na região da Folha Macaé, Estado do Rio de Janeiro, escala 1:250.000 (IBGE), sob o enfoque da Geologia de Engenharia

aplicada ao planejamento territorial, tendo como suporte metodológico e de técnicas empregadas para a sua elaboração, trabalhos realizados por diversas instituições e autores, dentre os quais destacam-se a International Association of Engineering Geology - IAEG (1976; 1979), Grant (1975), Zuquette (1993), Barroso & Barroso (1996), e, principalmente, Lollo (1996) e Lollo & Zuquette (“Técnica de Avaliação dos Terrenos”-1996).

Na região em questão, com base nesta “Técnica de Avaliação dos Terrenos”, que analisa as feições de relevo e os materiais associados, foram individualizados o Domínio de Coberturas de gravidade e/ou residuais, o Domínio de Coberturas aluvionares, o Domínio de Coberturas marinhas, e o Domínio de Coberturas flúvio-lagunares.

O Domínio de Coberturas de gravidade e/ou residuais apresenta 4 unidades:

- Coberturas coluvionares com intensa ocorrência de depósitos de tálus. Substrato de gnaisses e migmatitos.
- Coberturas coluvionares com eventuais depósitos de tálus subordinados. Substrato de migmatitos e rochas granitóides.
- Coberturas coluvionares associadas a Coberturas residuais. Substrato de gnaisses e granitóides com intrusões graníticas e de rochas básicas.
- Coberturas coluvionares associadas a Coberturas residuais. Substrato de rochas sedimentares da Formação Barreiras.

O Domínio de Coberturas aluvionares apresenta 3 Unidades, que são:

- Leques detríticos.
- Planícies e terraços arenosos e areno-argilosos.
- Planícies de inundação argilosas orgânicas.

O Domínio de Coberturas marinhas contém 2 Unidades:

- Cordões e terraços arenosos.
- Argilas orgânicas de fundo de baía (manguezais).

O Domínio de Coberturas flúvio-lagunares é constituído por 2 Unidades, que são:

- Depósitos argilo-arenosos.
- Depósitos argilosos orgânicos.

ABSTRACT OF THESIS PRESENTED TO GRADUATED PROGRAMME OF GEOLOGY/UFRJ AS PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (MS)

MAPPING AND DESCRIPTION OF THE SUPERFICIAL UNCONSOLIDATED SEDIMENTARY COVERS APPLIED TO THE LAND-USE PLANNING, FOLHA MACAE MAP, 1:250 000 SCALE AREA, STATE OF RIO DE JANEIRO

CARLOS EDUARDO OSÓRIO FERREIRA

DEZEMBRO/1999

SUPERVISOR: Dr. Carlos Eduardo de Moraes Fernandes

SECTOR: Engineering and Environmental Geology

This work presents the mapping and description of the superficial unconsolidated Quaternary sedimentary covers, that occurs in the Folha Macae map in 1:250 000 scale area, State of Rio de Janeiro, made by an Engineering Geology point of view applied to the land-use planning. It is also based in works made by many institutions and authors, as well as the International Association of Engineering Geology – IAEG, (1976), Grant(1975), Zuquette (1993), Barroso & Barroso (1996), Lollo (1996) and Lollo & Zuquette (1996).

These covers, which are directly affected by human occupation, may present a large degree of degradation, as well as landslides or erosion, sometimes unrecoverable.

They are herein separated in 4 Domains: Domain of gravity and / or residual Covers, with 4 Unities; Domain of fluvial Covers, with 3 Unities; and Domains of marine Covers and fluvial / lagoon Covers, with 2 Unities each one.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	VII
LISTA DE FOTOGRAFIAS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVO	3
3 – CONCEITOS BÁSICOS	4
4 – METODOLOGIA DE TRABALHO	11
5 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA REGIÃO	14
5.1 – Localização, vias de acesso e infraestrutura	14
5.2 – Clima	15
5.3 – Cobertura vegetal	16
5.4 – Solos	17
5.5 – Aspectos fisiográficos	20
5.6 – Aspectos geomorfológicos	21
5.7 – Geologia regional	24
6 – MAPEAMENTO E QUALIFICAÇÃO DAS COBERTURAS INCONSOLIDADAS	30
7 – CONCLUSÕES	44
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
9 – BIBLIOGRAFIA	51
10 -FIGURAS	62

LISTA DE FOTOGRAFIAS

<u>FOTOGRAFIA 1- ESCARPA E CONTRAFORTES DA SERRA DO MAR</u>	55
<u>FOTOGRAFIA 2 – COBERTURAS COLUVIONARES E/OU RESIDUAIS EM COLINAS COM SUBSTRATO CRISTALINO</u>	55
<u>FOTOGRAFIA 3 –COBERTURAS COLUVIONARES E/OU RESIDUAIS EM COLINAS PRÓXIMO A CONTRAFORTES DA SERRA DO MAR</u>	56
<u>FOTOGRAFIA 4 –COBERTURAS RESIDUAIS SOBRE TABULEIROS SEDIMENTARES</u>	56
<u>FOTOGRAFIA 5 – PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO RIO MACAÉ</u>	57
<u>FOTOGRAFIA 6 – AFLORAMENTO DE SEDIMENTOS DA FORMAÇÃO BARREIRAS</u>	57
<u>FOTOGRAFIA 7 – DOMÍNIO DE COBERTURAS MARINHAS. TERRACOS ARENOSOS</u>	58
<u>FOTOGRAFIA 8 – CORDÃO ARENOSO ESTREITO</u>	58
<u>FOTOGRAFIA 9 – DOMÍNIO DE COBERTURAS FLÚVIO-LAGUNARES ARGILOSAS ORGÂNICAS</u>	59
<u>FOTOGRAFIA 10 – TERRENOS DE NATUREZA FLÚVIO-LAGUNAR, ARGILOSOS ORGÂNICOS</u>	59
<u>FOTOGRAFIA 11 – PERIFERIA DE MACAÉ. OCUPAÇÃO SOBRE COBERTURAS DE NATUREZA FLÚVIO-LAGUNAR</u>	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FOLHA MACAÉ: LOCALIZAÇÃO; ARTICULAÇÃO

FIGURA 2 – FOLHA MACAÉ – MAPA PEDOLÓGICO

FIGURA 3 – FOLHA MACAÉ – FISIOGRAFIA

FIGURA 4 – MAPA GEOMOFOLÓGICO – FOLHA MACAÉ

**FIGURA 5 – MAPA GEOLÓGICO DO QUATERNÁRIO COSTEIRO –
FOLHA MACAÉ**

**FIGURA 6 – MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS – FOLHA
MACAÉ**

1 – INTRODUÇÃO

As **Coberturas Inconsolidadas**, representadas pelos solos residuais e transportados recentes que afloram em um determinado território, constituem-se nos terrenos que sofrem o primeiro impacto da ocupação antrópica, geralmente levada a efeito de forma desordenada, sem considerar as vulnerabilidades intrínsecas dessas formações.

No Estado do Rio de Janeiro, a degradação ambiental decorrente dessa ocupação é bastante acentuada, podendo em muitos casos assumir caráter praticamente irreversível, conforme observado em trabalhos de campo efetuados para o "Projeto Rio de Janeiro" que está sendo executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil.

A utilização de mapas de Geologia de Engenharia, quando executados com o objetivo de avaliar os terrenos de uma determinada região, visando conhecer estes terrenos, e, ressaltar suas vulnerabilidades e potencialidades, é de grande valia ao planejamento do uso e ocupação ordenados dos territórios.

Tal prática, hoje em dia levada a efeito em todos os países que se preocupam com a preservação ambiental, pode ser executada em escalas pequenas (1:250 000 ou menores, a 1:50 000), objetivando subsidiar o macroplanejamento de regiões extensas, ou médias (1:50 000 a 1:10 000), quando se destina ao planejamento de maior detalhe, referente a microrregiões, como por exemplo, os planos diretores municipais. (IAEG, 1976).

A idéia concretizada nesta Dissertação de Mestrado, evoluiu a partir do mapeamento das Coberturas Inconsolidadas executado pelo autor para compor a base geológica do Projeto Rio de Janeiro, do qual é consultor, e que abrange todo o território do Estado do Rio de Janeiro.

A escolha da Folha Macaé como objeto desta Dissertação, deveu-se principalmente ao fato de que praticamente todas as Unidades de Coberturas que são encontradas no Estado, ocorrem nessa região, tornando-a assim, um modelo para futura continuação dos trabalhos.

Sobre o mapeamento efetuado das Coberturas, foi avaliada a aplicabilidade de técnicas de Geologia de Engenharia, sendo considerada a mais adequada a técnica denominada por Lollo (1996) e Lollo & Zuquette (1996), de “Técnica de Avaliação dos Terrenos”, compatível com a escala do trabalho (1:250 000), resultando na qualificação dessas coberturas sob o enfoque da Geologia de Engenharia, com aplicabilidade ao macroplanejamento da região em questão.

2 – OBJETIVO

O objetivo desta Dissertação de Mestrado consiste na apresentação do mapeamento e da qualificação das **Coberturas Inconsolidadas** que afloram no território abrangido pela Folha Macaé, escala 1:250 000 (IBGE), sob o enfoque da Geologia de Engenharia aplicada ao planejamento territorial, visando subsidiar o planejamento do uso e ocupação futuros da região, e a mitigação da degradação já instalada, levando em conta as potencialidades e vulnerabilidades desses terrenos.

Para tal fim, foram consideradas diretrizes e técnicas já consagradas e preconizadas por diversas instituições e autores, dentre os quais destacam-se a International Association of Engineering Geology - IAEG (1976; 1979), Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT (1994), Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE (1998), Grant (1975), Zuquette (1987, 1993), Barroso & Barroso (1996), Lollo (1996), e Lollo & Zuquette (1996).

Essas diretrizes e técnicas, dentre as quais foi priorizada a "Técnica de Avaliação dos Terrenos ("Terrain Evaluation"), orientaram os trabalhos de mapeamento efetuados, cujo produto apresentado na Figura 6, pode ser situado no contexto de mapas de Geologia de Engenharia aplicada ao planejamento territorial, tipo usos múltiplos, contendo informações compatíveis com a escala de apresentação.

3 – CONCEITOS BÁSICOS

É do conhecimento geral que a ocupação ordenada de um território, necessita da avaliação prévia dos terrenos que o constituem. Tal avaliação é feita através da caracterização destes terrenos, cujos atributos, representados por suas vulnerabilidades e potencialidades perante as solicitações da ocupação, devem ser representados em mapas de fácil leitura, acessíveis à compreensão dos administradores e planejadores que serão seus usuários finais.

Os mapas de Geologia de Engenharia, elaborados de acordo com os conceitos correntes, sintetizados em 1976 pela International Association of Engineering Geology – IAEG no manual intitulado “Engineering Geological Maps. A Guide to their Preparation”, em geral atendem esses objetivos.

Tais mapas, ainda de acordo com o manual citado, podem ser elaborados em escala regional ($< 1:100\ 000$), em escala pequena ($< 1:50\ 000 > 1:100\ 000$), em escala média ($< 1:10\ 000 > 1:50\ 000$) e em escala grande ($> 1:10\ 000$).

Os dois primeiros devem expressar os atributos dos terrenos em caráter qualitativo, evitando referência a dados quantitativos, principalmente em função de possível mau uso, decorrente da generalização de informações pontuais, obtidas em investigações localizadas. Devem representar atributos e/ou zoneamentos que possam ser utilizados como subsídio ao macroplanejamento de regiões extensas.

Já os dois últimos, ao contrário, devem ter caráter quantitativo, apresentando os resultados de investigações de campo e laboratório compatíveis com a escala. Adquirem, neste caso, a feição de mapas geotécnicos, e podem ser utilizados para subsidiar o planejamento do uso e ocupação de regiões restritas, ou como base do conhecimento dos terrenos para obras de engenharia.

O trabalho aqui apresentado, deve ser incluído no grupo de mapas em escala regional ($< 1:100\ 000$), e pretende subsidiar o macroplanejamento do uso e ocupação do solo da região de Macaé, fortemente pressionada pelo crescimento decorrente de sua transformação em polo de exploração de petróleo, através da visão integrada e qualificação das Coberturas Inconsolidadas que ocorrem nesta região. Segundo Barroso & Barroso (1996), trabalhos dessa natureza devem "tentar contribuir para a ocupação ordenada de áreas ainda passíveis de planejamento", preconizando ainda que "a ocupação sem diretrizes apoiadas no conhecimento do meio físico, pode acarretar consequências danosas, de custos elevados, e, por vezes irreversíveis, com reflexo na segurança das construções, na proteção dos recursos naturais e do meio ambiente, e conseqüentemente, na qualidade de vida".

A técnica empregada no mapeamento efetuado, baseou-se na utilizada por Lollo (1996), e Lollo & Zuquette (1996) em trabalhos realizados na região de Campinas, SP, os quais preconizam, justificando consistentemente, o uso da Técnica de Avaliação dos Terrenos (Terrain Evaluation). Esta técnica vem sendo aplicada por diversos autores em todo o mundo desde a primeira metade deste século, para trabalhos de natureza semelhante (apud

Lollo e Zuquette, 1996), tendo como exemplo os trabalhos desenvolvidos por Grant na Austrália, sintetizados na publicação intitulada “The PUCE Programme for Terrain Evaluation for Engineering Purposes” (1975).

Tal técnica, segundo Lollo, e Lollo & Zuquette, pode caracterizar as unidades do meio físico de forma ágil e com baixo custo, compatível portanto com a realidade econômica do País, o que se comprova no trabalho aqui apresentado.

Fundamenta-se no conhecimento da associação entre as Feições do Relevo (Landforms) e os materiais do meio físico, e consiste na delimitação das feições de relevo reconhecidas e de sua interpretação em termos de materiais associados.

Ainda segundo os mesmos autores, uma Feição de Relevo pode ser definida como “uma porção do terreno originada a partir de processos naturais, e distinguível das demais porções vizinhas (demais Feições de Relevo) em pelo menos um dos seguintes elementos de identificação: forma e posição topográfica, frequência e organização dos canais, inclinação das vertentes e amplitude de relevo.”

Subdividiram ainda as Feições de Relevo em tres níveis hierárquicos, a saber, Sistema de Terreno, Unidade de Terreno e Elemento de Terreno.

Um Sistema de Terreno pode ser descrito como uma “associação de feições de relevo com expressão espacial determinada e que representa condições similares de processos evolutivos e de litologias associadas.” Como exemplo, na região estudada, podemos tomar o conjunto formado pelas

colinas dissecadas, morrotes e morros baixos, e as planícies aluviais dos rios Macaé, Macabú e outros de menor expressão.(Superfície Aplainada da Baixada Litorânea)

Uma Unidade de Terreno pode ser reconhecida como uma “feição individual do relevo que se distingue das demais às quais está geográficamente associada por indicar um determinado subconjunto de processos do Sistema de Terreno no qual se situa, sendo que estas diferenças devem se refletir em termos dos materiais inconsolidados associados à unidade.” Como exemplo, podemos citar, compondo o sistema anteriormente referido, a planície aluvial do rio Macaé.

Um Elemento de Terreno pode ser entendido como “parte de uma feição individual do relevo distinguível das demais partes em termos de inclinação ou forma das vertentes, posição ou forma topográfica, e que deve refletir condições diferenciadas de materiais inconsolidados em termos de sua espessura ou de variações laterais no perfil de alteração dos mesmos.” Pode ser citado como exemplo deste nível, o canal do rio Macaé, componente da unidade exemplificada anteriormente.

A técnica empregada na avaliação dos tres níveis, segue, observando a hierarquia proposta, os critérios de análise da área pela interpretação de fotomosaicos e/ou imagens de satélite em escala pequena, seguida da interpretação de estereopares na escala 1:60 000, e aferição de campo dos modelos individualizados até o nível de maior detalhe (Elemento de Terreno).

Nesta Dissertação, em função do detalhamento dos trabalhos de mapeamento realizados, com a análise de fotos aéreas na escala 1:60 000,

consubstanciados por trabalhos de campo, foram utilizados e unificados os critérios dos dois primeiros níveis, isto é, Sistema de Terreno e Unidade de Terreno, aferidos no Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:250 000 (Dantas et al, 1999) (ver Figura 4) , associando-se a esses níveis os diversos tipos de Coberturas Inconsolidadas que ocorrem na Folha Macaé.

Para a individualização destas Coberturas, face à escala proposta (1:250 000), foi considerado o conceito de **Domínio**, segundo o qual uma unidade é reconhecida quando apresenta forte predominância de um determinado tipo de terreno, em relação aos demais, associados.

O conceito de **Coberturas Inconsolidadas** aqui aplicado, considera as formações geológicas recentes, constituídas pelos materiais inconsolidados aflorantes na região estudada, e que, por este motivo, sofrem diretamente os efeitos do impacto da ocupação antrópica.

Esses efeitos, restringem-se, geralmente, a pequenas profundidades (até 20 metros), podendo atingir níveis mais profundos em alguns tipos de fundações, raras escavações, cavas de mineração (extração de argila, areia ou saibro). Podem provocar também a contaminação do lençol freático e acelerar e/ou induzir a erosão (voçorocamento).

O mapeamento efetuado, considerou, deste modo, as formações que ocorrem na superfície do terreno, respondendo diretamente às solicitações da ocupação. Essa ocupação pode, por sua vez, em muitos casos, ser restringida pelas características naturais destas formações.

A qualificação do comportamento das Coberturas Inconsolidadas frente as solicitações da ocupação, considerou a natureza dos materiais que as constituem do ponto de vista geotécnico, e sua origem (transportada e/ou residual), além da morfologia dos terrenos.

A escala de apresentação deste trabalho (1:250 000), justifica-se por representar uma síntese do mapeamento efetuado em escala maior, compreendendo fotointerpretação em estereopares na escala 1:60 000, ratificada por trabalhos de campo (no qual foram percorridos aproximadamente 500km na área), no contexto de um mapeamento que abrangeu todo o território estadual. É compatível também com a escala do Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro (Dantas *et al.*, inédito) que o subsidiou.

No Estado do Rio de Janeiro, trabalhos de mapeamento geológico-geotécnico executados com o objetivo de subsidiar o planejamento territorial em escala regional (> 100 000) são muito raros, destacando-se neste caso o de Barroso & Barroso (1996), executado como contribuição ao planejamento da expansão urbana no município de Niterói. Neste trabalho, a base metodológica, compreendendo a individualização das unidades por fotointerpretação, ratificada por trabalhos de campo, associando as litologias às formas dos terrenos, e a caracterização qualitativa das unidades mapeadas, aproxima-se dos conceitos empregados nesta Dissertação.

Outros trabalhos executados em escalas maiores, tais como os de Cabral (1979) na escala 1:10 000, Pedroto (1986) na escala 1:50 000, e Barroso & Cabral (1996) na escala 1:25 000, embora apresentem resultados de caráter quantitativo, baseados em investigações de campo e laboratório

compatíveis com as escalas, tiveram como base para a individualização das unidades, trabalhos de fotointerpretação, nos quais as formas dos terrenos foram associadas às unidades mapeadas.

4 – METODOLOGIA DE TRABALHO

Os trabalhos executados para a elaboração do mapa apresentado nesta Dissertação de Mestrado, foram os seguintes:

- Pesquisa bibliográfica, na qual foram selecionadas e consultadas publicações elaboradas por diversa instituições e autores, envolvendo os temas abordados. Esta pesquisa teve como objetivo principal, fundamentar o trabalho do ponto de vista de metodologias e técnicas já consagradas e utilizadas em trabalhos da mesma natureza, inclusive em outros países. Compreendeu também consulta a uma gama de textos, como, por exemplo, o trabalho intitulado “Estado do Rio de Janeiro – Território”, do Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro – CIDE (1997) ,cujo conteúdo serviu para ilustrar esta Dissertação com conhecimentos gerais sobre a região em questão.
- Seleção e aquisição de base cartográfica na escala 1:250 000 (IBGE), imagens de satélite LANDSAT na escala 1:250 000, e foto aéreas na escala 1:60 000, compatíveis com a proposta de trabalho formulada.
- Análise das imagem orbitais na escala 1:250 000 (LANDSAT, bandas 3, 4 e 5), com o objetivo de avaliar e subdividir preliminarmente as feições de relevo (sistemas e unidades de terreno), bem como de individualizar, também de forma preliminar, as unidades das Coberturas Inconsolidadas a eles associadas.

- Fotointerpretação, utilizando os estereopares na escala 1:60.000, de acordo com a “Técnica de Avaliação dos Terrenos” (Lollo, 1996; Lollo & Zuquette, 1996), visando o mapeamento das Coberturas, a partir da associação destas com os Sistemas e Unidades de Terreno, da origem dos depósitos, e, quando possível, do tipo de material através da textura dos terrenos, da umidade refletida na tonalidade, do tipo de erosão, da forma dos canais, da vegetação, e do modelo dos depósitos. No caso das Coberturas de gravidade e solos residuais, considerou-se também a natureza do substrato rochoso (sedimentar ou cristalino), em face da influência deste na constituição das Coberturas.
- Utilização da imagem LANDSAT georreferenciada para o lançamento em “over lay” estável das unidades mapeadas na fotointerpretação, introduzindo-se nesta etapa, o conceito de **Domínio**.
- Elaboração manual de mapa preliminar das Coberturas Inconsolidadas, na escala 1:250.000, sobre base cartográfica plani-altimétrica do IBGE, contendo todas as Unidades individualizadas. Esse procedimento foi adotado em face das distorções encontradas na base após o georreferenciamento da imagem.
- Trabalhos de campo para aferição e eventuais correções dos modelos das Unidades mapeadas, percorrendo-se aproximadamente 500km em toda a região compreendida na Folha Macaé.
- Elaboração do Mapa de Coberturas Inconsolidadas da Folha Macaé, digitalizada sobre base cartográfica planimétrica do IBGE, na mesma escala da carta preliminar.

- Qualificação das Coberturas Inconsolidadas sob o enfoque da Geologia de Engenharia aplicada ao planejamento territorial

5 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA REGIÃO

5.1 – LOCALIZAÇÃO, VIAS DE ACESSO E INFRAESTRUTURA

A região abordada nestes estudos, tem área de 2 856,5 km² e localiza-se no Estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos 22^o e 23^o e os meridianos 40^o 30' e 42^o, estando toda ela contida na Folha Macaé (SF-24-Y-A), escala 1:250 000 (IBGE). (Ver Figura 1).

Abrange terras dos municípios de Campos dos Goitacazes, Santa Maria Madalena, Trajano de Moraes, Conceição de Macabú, Quissamã, Carapebus, Macaé, Rio das Ostras, Casimiro de Abreu, Cabo Frio, Armação de Búzios e Arraial do Cabo.

Nela, localizam-se as cidades de Macaé, Rio das Ostras, Armação de Búzios, Quissamã, Carapebus e Conceição de Macabú, todas sedes municipais, além de diversas vilas de menor expressão.

Macaé, sede do município de mesmo nome que tem 110 235 habitantes (CIDE, 1996), está a 188 km da Capital do Estado, constituindo-se no maior polo econômico dessa região, graças à exploração de petróleo em sua costa. Teve forte aceleração da expansão populacional e urbana nos últimos 15 anos, como consequência dessa atividade.

As cidades de Rio das Ostras e Armação de Búzios, são consideradas polos turísticos no contexto estadual, e sofrem forte pressão de expansão urbana em função da especulação imobiliária.

Quissamã, Carapebus e Conceição de Macabú são cidades menores, com suas economias fortemente dependentes de Macaé.

A principal via de acesso da região é a rodovia BR 101, que se desenvolve ao longo da Baixada Litorânea com direção NE-SW. Esta rodovia representa a principal ligação do Estado do Rio de Janeiro com a região Nordeste do País, através do litoral.

Todas as sede municipais estão ligadas a essa rodovia por estradas estaduais asfaltadas, das quais destaca-se por sua importância, a RJ 106, que interliga Macaé a Armação de Búzios pelo litoral.

A malha de estradas vicinais, municipais e estaduais, a maior parte delas sem pavimentação asfáltica, encontra-se geralmente em bom estado de conservação, com tráfego permanente.

Macaé é servida por aeroporto com capacidade para a operação de aviões de médio porte e helicópteros. O tráfego aéreo é bastante intenso, em função das atividades de exploração de petróleo.

Conta ainda com uma estrutura portuária, que atende embarcações de cabotagem de pequeno porte e embarcações pesqueiras, estas responsáveis por outra importante atividade econômica do município.

5.2 – CLIMA

O clima em praticamente toda a região em questão, é tropical, quente na média (temperaturas acima de 18°), sujeito a altas temperaturas e com

estação chuvosa no verão, do tipo *Aw* segundo a classificação de Köppen. (CIDE, 1997). A explicação para este fato é encontrada na baixa latitude, e também na topografia aplainada com pequenas altitudes (até 200m) da Baixada Litorânea. A exceção a esta paisagem encontra-se no extremo Noroeste da Folha, onde a Serra do Mar chega a atingir 900m, tendo como consequência um microclima bem mais ameno, do tipo *Cfa*, ainda segundo a classificação de Köppen.

As amplitudes térmicas regionais anuais são comprimidas pela presença do Oceano Atlântico, que funciona como um poderoso regulador térmico, contribuindo ainda para a elevada umidade do ar e o alto índice pluviométrico que são encontrados nas zonas mais interiores, abrigadas dos ventos e representadas pelas baixadas do sopé, contrafortes e escarpa da Serra do Mar.

Já a Baixada Litorânea, nas áreas mais expostas aos ventos de leste e nordeste que sopram do mar, podem apresentar índices localizados muito baixos de pluviosidade, além de alta evapotranspiração, sendo consideradas secas a muito secas nos extremos Leste e Nordeste da Folha.

Todas essas características climáticas regionais são perturbadas pelas frentes frias provenientes do Sul, que ocasionam chuvas frontais e declínio da temperatura, garantindo em grande parte dos meses as precipitações pluviométricas.

5.3 – COBERTURA VEGETAL

A cobertura vegetal da região é compreendida pela cobertura de natureza antrópica, que é predominante, representada por lavouras, pastagens

e vegetação secundária, e pela vegetação remanescente da cobertura original, que atualmente recobre restritas porções do território, sendo encontradas nas encostas e topos da Serra do Mar e serrotes, ocupadas ainda por florestas (Mata Atlântica), e em trechos do litoral, onde ocorrem manguezais, brejos, praias e restingas. (CIDE, 1997; IEF, 1994).

Os remanescentes das florestas são do tipo *Ombrófila Densa e Estacional Semidecidual*, sendo o primeiro tipo encontrado na escarpa da serra, e o segundo, nos topos dos serrotes mais próximos do litoral. (Projeto RADAMBRASIL, 1983; IEF, 1994, apud CIDE, 1997).

As vegetações litorâneas, arbóreas ou herbáceas, típicas das dunas e cordões de praias, dos brejos, e dos manguezais, são encontradas recobrando os sedimentos recentes de origem marinha e flúvio-marinha que ocorrem na Baixada Litorânea próximos à linha de costa, e também os aluviões embrejados do baixo curso dos rios Macaé e Macabú. (Projeto RADAMBRASIL, 1983; IEF, 1994, apud CIDE, 1997).

Na área de Armação de Búzios, recobrando colinas e maciços costeiros, são encontrados ainda remanescentes de vegetação do tipo estepe (caatinga), que era a original, associada à baixa pluviosidade pontual. (Projeto RADAMBRASIL, 1983, apud CIDE, 1997).

5.4 – SOLOS

Do ponto de vista pedológico, são encontrados na Folha Macaé diversos tipos de solos (Projeto RADAMBRASIL, 1983, apud CIDE, 1997. Ver Figura 2), os quais podem ser correlacionados na maioria das vezes com as Coberturas Inconsolidadas mapeadas. São eles:

◆ **Latossolos Vermelho - Amarelos**

Ocorrem nas áreas onde o relevo é mais movimentado, nos contrafortes e escarpa da Serra do Mar. Representam um tipo de solo muito profundo, bem drenado e bem desenvolvido. Correspondem de um modo geral aos depósitos de tálus e colúvios da serra, tendo subordinadamente a ele, nas áreas mais íngremes, afloramentos de rocha, litossolos e cambissolos.

◆ **Podzólicos**

Encontrados nas áreas de relevo suave ondulado a ondulado da baixada litorânea, correspondendo aos colúvios e solos residuais que capeiam o embasamento e os tabuleiros sedimentares da Formação Barreiras. São geralmente profundos, bem drenados e sujeitos à erosão. Os podzólicos que capeiam os sedimentos são amarelos, e, os demais, vermelho – amarelos.

◆ **Areias Quartzosas Marinhas, Podzol e Podzol Hidromórfico**

São encontrados nas áreas de ocorrência dos cordões arenosos marinhos, na baixada litorânea.

As areias quartzosas são solos muito bem drenados, com pedogênese incipiente, contendo mais de 90% de quartzo na fração areia, e correspondem aos cordões mais recentes.

O podzol também é um tipo de solo bem drenado, correspondendo aos cordões mais antigos, com pedogênese bem desenvolvida.

O podzol hidromórfico é associado às depressões intercordões. É um solo mal drenado e muito rico em matéria orgânica.

◆ Gleis

Ocorrem no entorno da Lagoa Feia, e correspondem a solos hidromórficos muito mal drenados, argilosos, ricos em matéria orgânica, com cores variando de cinza escuro a preto no horizonte A, e cinza azulado e/ou esverdeado, às vezes mosqueado, caracterizando ambiente redutor, no horizonte C subjacente. São associados às Coberturas flúvio-lagunares da baixada litorânea.

◆ Solos Orgânicos

São solos de coloração escura, hidromórficos, pouco evoluídos, provenientes de depósitos de material vegetal em diferentes estágios de decomposição, sobre sedimentos fluviais e/ou lagunares. São muito mal drenados, com o lençol freático aflorando, encharcando a superfície dos terrenos em boa parte do ano.

São encontrados associados aos gleis, e, portanto, às Coberturas flúvio-lagunares no entorno da Lagoa Feia, e também no baixo curso dos rios Macabú e Macaé, associados às Coberturas aluvionares de planícies de inundação, argilosas orgânicas.

◆ Solos Aluviais

São solos argilo-arenosos pouco desenvolvidos, originários do trabalho de transporte e sedimentação dos rios. Podem ser bem ou mal drenados, dependendo da morfologia e textura dos sedimentos. Ocorrem nas várzeas dos rios Macabú e Macaé, correspondendo às Coberturas aluvionares de planícies de inundação e terraços areno-argilosos.

◆ Solochak Sódico

Corresponde a um solo argiloso, escuro, salino-sódico, com pouca ou nenhuma diferenciação dos horizontes, rico em conchas marinhas e mal drenado. Sua ocorrência está associada a áreas sob influência de marés, próximas a Barra do Furado, no extremo Nordeste da Folha Macaé, onde são encontradas Coberturas flúvio-lagunares argilosas orgânicas.

5.5 – ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O território abordado neste trabalho apresenta dois compartimentos topográficos bem distintos, representados pela Baixada Litorânea e pela Serra do Mar. (Ver Figura 3).

A Baixada Litorânea abrange a maior parte da área, e apresenta em quase toda a sua extensão altitudes muito baixas, inferiores a 100m. No extremo oeste encontram-se morros isolados mais elevados, que podem atingir altitudes da ordem de 500m, representando contrafortes desmantelados da serra.

A Serra do Mar, aqui constituída por contrafortes e escarpa, eleva-se da baixada até altitudes em torno de 900m, ocupando a área NW da Folha.

A drenagem da região é devida principalmente aos rios Macaé, Macabú, e seus tributários. Estes dois rios têm suas nascentes no alto da serra, e desembocam respectivamente no Oceano Atlântico e na Lagoa Feia, após percorrerem a Baixada Litorânea. Outros rios e córregos de menor importância, a maior parte deles com suas nascentes na própria Baixada, seguem o mesmo caminho dos rios principais.

Ao longo do litoral, principalmente a Norte de Macaé, são encontradas várias lagoas, dentre as quais destaca-se por sua extensão, a Lagoa Feia.

5.6 – ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

De acordo com Dantas *et al*, 1998 (ver Figura 4), são encontrados na Folha Macaé, os seguintes Domínios Geomorfológicos morfoesculturais:

- ◆ **Domínio da Escarpa Serrana**
- ◆ **Domínio da Superfície Aplainada da Baixada Litorânea.**
- ◆ **Domínio de Planícies Costeiras da Baixada Litorânea**

Compondo estes Domínios, foram mapeadas diversas Feições de Relevo (Dantas *et al*, inédito) que serviram, de acordo com a metodologia aplicada neste trabalho, para subsidiar o mapeamento das Coberturas Inconsolidadas, associadas às formas dos terrenos.

No **Domínio da Escarpa Serrana**, o relevo é de degradação, montanhoso, extremamente acidentado, com vertentes predominantemente retilíneas e côncavas escarpadas, e topos de cristas alinhadas, aguçadas ou levemente arredondadas. Nele predominam amplitudes topográficas superiores a 500m, com gradientes muito elevados, ocorrendo a formação de expressivos depósitos de tálus e colúvios, capeando solos residuais ou no sopé de grandes afloramentos de rocha.

A densidade da drenagem é muito alta, com padrão variável de paralelo a dendrítico. Próximo ao sopé, a escarpa encontra-se bastante degradada, dissecada por essa drenagem.

No **Domínio da Superfície Aplainada da Baixada Litorânea** são encontradas feições de relevo de degradação e de agradação.

O primeiro grupo é representado pelos tabuleiros sedimentares de idade cenozóica (Formação Barreiras), e por colinas dissecadas, morrotes e morros baixos sustentados por rochas cristalinas do embasamento, onde se destacam alguns serrotes mais elevados.

Os tabuleiros apresentam formas suavemente dissecadas com extensas superfícies de gradientes muito suaves, ou colinas tabulares com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”, resultantes da dissecação fluvial recente. Neles predominam amplitudes topográficas inferiores a 50m, e são associados a solos residuais e colúvios. A densidade da drenagem é baixa, com padrão paralelo.

Na área de substrato cristalino, as colinas apresentam vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou alongados. Os morrotes e morros baixos mostram vertentes retilíneas e/ou côncavas e topos mais aguçados e alinhados. As amplitudes topográficas desta superfície aplainada raramente ultrapassam os 100m, podendo se aproximar dos 200m em alguns morros baixos. Estas formas de relevo são associadas a Coberturas residuais e coluvionares.

No extremo oeste da Folha, encontram-se subordinados às colinas alguns alinhamentos serranos isolados, com amplitudes de até 500m, associados a colúvios e raros depósitos de tálus.

A densidade da drenagem de toda essa grande feição de relevo é média a alta, com padrão variável, de dendrítico a treliça ou retangular.

As feições de relevo de agradação desse Domínio são representadas pelas planícies aluviais, que têm maior expressão ao longo dos rios Macaé e Macabú. Ocorrem também nos vales de diversos afluentes desses rios, bem como em outras drenagens de menor importância. São constituídas por leques detríticos, terraços arenosos, e planícies de inundação areno-argilosas e argilosas orgânicas, com relevo sub-horizontal, gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos canais tronco.

No **Domínio de Planícies Costeiras da Baixada Litorânea** encontram-se as planícies marinhas e flúvio-lagunares, de origem sedimentar.

As planícies marinhas, constituídas por uma sucessão de cordões arenosos, são superfícies sub-horizontais, com micro-relevo ondulado de

amplitudes topográficas inferiores a 5m, originadas por processos de sedimentação marinha. São terrenos bem drenados, com padrão de drenagem paralelo, acompanhando as depressões intercordões.

As planícies flúvio-lagunares consistem de terrenos argilosos orgânicos de páleo-lagunas colmatadas. Apresentam superfícies planas, muito mal drenadas, com o lençol freático sub-aflorante.

5.7 – GEOLOGIA REGIONAL

Segundo o Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro na escala 1:250 000 (CPRM, inédito) elaborado no contexto do Projeto Rio de Janeiro, em andamento, o substrato cristalino da região estudada é constituído por migmatitos e gnaisses que ocorrem na área correspondente à escarpa da Serra do Mar. Na baixada Litorânea, separados pelo vale do rio Macaé, ocorrem gnaisses ao Norte e granitóides ao Sul. Todas essas rochas são de idade pré cambriana. Os granitóides são cortados por intrusões de corpos graníticos e de rochas básicas. Na região de Búzios, o substrato é de rochas gnáissicas.

De acordo com Martin *et al*, 1997, a história geológica das Coberturas Quaternárias costeiras que interessam a este trabalho, está associada aos últimos ciclos de transgressão e regressão marinhas, que ocorreram ao longo do litoral dessa região da costa leste brasileira. (Ver Figura 5). De acordo com Dantas *et al*. (Inédito), os sedimentos continentais quaternários encontrados nessa área, podem ser atribuídos à intensa erosão, responsável pela dissecação da escarpa da Serra do Mar, bem como das elevações da Baixada Litorânea.

As formações geológicas resultantes desses dois processos podem ser assim caracterizadas, ainda segundo os dois autores citados:

◆ **Terraços Arenosos Marinhos**

São reconhecidas pelo menos duas gerações distintas desses depósitos, de idade pleistocênica e holocênica, com base em algumas evidências, tais como posição em relação à linha de praia atual, reconhecendo-se depósitos mais internos e outros mais externos; idades ao radiocarbono superiores a 30 000 anos A. P. para os depósitos internos, e inferiores a 5 100 anos A. P. para os externos; areias mais escuras, mais compactas e sem conchas nos depósitos internos, e mais claras, menos compactas e ricas em conchas, nos depósitos externos. (Martin *et al*, 1997)

● **Terraços Pleistocênicos**

Representados por sedimentos arenosos, brancos em superfície, e acastanhados em profundidade em decorrência da impregnação por matéria orgânica

A origem marinha rasa desses sedimentos é confirmada pela presença de tubos fossilizados de artrópodes marinhos, (Suguio *et al*, 1984, apud Martin *et al*, 1997), e por estruturas sedimentares singenéticas, tais como estratificação cruzada de baixo ângulo e espinha de peixe. (Suguio & Tessler, 1987, apud Martin *et al*, 1997).

Nas porções mais internas da planície costeira esses terraços podem atingir altitudes de 8 a 10m, declinando rumo ao mar. A superfície é marcada por alinhamentos de cristas praias, e a passagem para os terraços holocênicos se dá através de falésias de poucos metros. (Martin *et al*, 1981, apud Martin *et al*, 1997).

Esses depósitos são bem desenvolvidos entre Barra do Furado e Macaé, sendo também encontrados na região do rio das Ostras, ocupando estreita faixa até Barra de São João.

• **Terraços Holocênicos**

Situados mais próximos à linha de costa do que os Terraços Pleistocênicos, podem estar separados destes por zonas baixas e pantanosas. São constituídos por areias esbranquiçadas e podem conter grande quantidade de conchas. Exibem alinhamentos de cristas-praias mais contínuos e pouco espaçados.

Esses terraços ocorrem de modo praticamente contínuo ao longo de todo o litoral, com larguras variando de dezenas até centenas de metros próximo ao Farol de São tomé.

◆ **Depósitos Lagunares e Flúvio-Lagunares**

São sedimentos holocênicos de natureza síltica e/ou argilo-arenosa, ricos em matéria orgânica, contendo frequentemente grande quantidade de conchas de moluscos de ambientes lagunares. Ocorrem nas grandes baixadas,

separando os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, e nos cursos inferiores dos rios de maior expressão. (Martin *et al*, 1997).

A formação das lagunas nas quais esses sedimentos foram depositados, deveu-se ao rebaixamento da costa, que atingiu seu nível máximo em 5 100 anos A.P., quando o litoral foi invadido pelo mar formando os sistemas lagunares por detrás das ilhas barreiras, tais como a lagoa Feia e nas embocaduras dos rios Macaé e São João. Com a elevação posterior da costa, essas lagunas sofreram ressecção e colmatação, sendo substituídas por áreas pantanosas.

Em decorrência desses processos, também foram formadas lagunas geralmente alongadas entre os terraços pleistocênicos e holocênicos, podendo ser citado como melhor exemplo dessa feição a lagoa da Ribeira, nas proximidades de Quissamã.

◆ Depósitos de Manguezais

Ocorrem com pouca expressão em áreas correspondentes a fundos de baía, bordas de canais de maré e vales fluviais próximos ao mar. São constituídos por sedimentos pelíticos, raramente arenosos, muito ricos em matéria orgânica (turfosos), com fragmentos de madeira e conchas de moluscos. São de idade holocênica, e foram identificados principalmente em Armação de Búzios. (Martin *et al*, 1997).

◆ Depósitos Aluviais

• Leques detríticos

Encontrados no sopé da Serra do Mar, nos vales dos rios São Pedro e Macabú. São depósitos de enxurrada do Quaternário tardio, constituídos por areia grossa, cascalho, matacões, e blocos que podem atingir dimensões métricas. (Dantas *et al*, inédito).

• Depósitos arenosos, argilo-arenosos e argilosos

São de idade holocênica, encontrados na baixada litorânea, ao longo das planícies fluviais dos rios Macabú, Macaé, São Pedro e alguns afluentes de menor importância. Martin *et al*, 1997).

Nos trechos dessas planícies mais próximos à serra, esses depósitos são arenosos, bem selecionados, passando gradativamente a argilo-arenosos, e a argilosos, ricos em matéria orgânica, em terrenos alagadiços, nas áreas próximas às embocaduras dos rios na Lagoa Feia (rio Macabú) e no mar (os demais).

Nos vales do rio Macabú e de alguns de seus tributários, ocorrem terraços areno-argilosos mais elevados, parcialmente erodidos, provavelmente de idade pleistocênica. Foram depositados quando os níveis de base desses rios estavam em cotas acima das atuais.

◆ Depósitos de Gravidade

Dados do Quaternário tardio, são constituídos na escarpa e no sopé da Serra do Mar, por extensos depósitos de tálus com composição heterogênea, que varia desde a fração argila, de cor avermelhada, a matacões e blocos, alternando-se a colúvios mais homogêneos, argilo-arenosos, com matacões esparsos.

Na Baixada Litorânea, estes depósitos são representados por colúvios homogêneos, argilo-arenosos, de cor rosada a amarelada, quase sempre associados a solos residuais. São encontrados capeando colinas e morrotes do embasamento, e tabuleiros sedimentares terciários da Formação Barreiras. (Dantas *et al*, 1999).

6- MAPEAMENTO E QUALIFICAÇÃO DAS COBERTURAS INCONSOLIDADAS

De acordo com a metodologia aplicada nesta Dissertação de Mestrado, baseada na “Técnica de Avaliação dos Terrenos” (ver Cap. III), considerando-se, portanto, as feições do relevo, a gênese das formações e seus materiais constituintes, efetuou-se o mapeamento das Coberturas Inconsolidadas que afloram na região contida na Folha Macaé, observando-se, o critério de **Domínios** para a individualização das Unidades. Essas Unidades foram ainda avaliadas qualitativamente, conforme as características de comportamento (respostas) frente às solicitações da ocupação antrópica, sob o enfoque da Geologia de Engenharia aplicada ao planejamento territorial (Zuquette, 1997). (Ver Figura 6 e Tabela 1).

Segundo a gênese, essas Coberturas foram reunidas em quatro grandes grupos, que são:

- ◆ **Coberturas de Gravidade e/ou Residuais**
- ◆ **Coberturas Aluvionares**
- ◆ **Coberturas Marinhas**
- ◆ **Coberturas Flúvio-Lagunares**

De acôrdo com as feições do relevo e os materiais associados, foram individualizadas, a partir desses grupos, as seguintes Unidades:

◆ Coberturas de Gravidade e/ou Residuais

Para este grupo, levou-se em consideração a natureza do substrato (cristalino ou sedimentar), em face da influência deste na constituição das Coberturas. Foi subdividido em 4 Unidades, a saber:

- **Coberturas coluvionares com intensa ocorrência de depósitos de tálus associados, às vezes predominantes**

Ocorrem nas escarpas serranas caracterizadas por grandes amplitudes, fortes declividades e alta energia nas vertentes, estando incluídas no Domínio Geomorfológico da Escarpa Serrana, segundo Dantas *et al.*, (1997). (Ver Figura 4 e Foto 1). Estão geralmente associadas a extensos afloramentos de rochas cristalinas, constituídas por migmatitos e gnaisses pré-cambrianos (CPRM, inédito). Capeiam solos residuais provenientes da alteração destas rochas, ou estão assentadas diretamente sobre o maciço rochoso. São encontrados também, em condições de ocorrência semelhantes, em alinhamentos serranos isolados e elevados que se destacam da Baixada Litorânea no extremo Oeste da folha, em áreas de substrato rochoso de natureza granitóide (CPRM, inédito).

Os depósitos de tálus são heterogêneos, com granulometria variando da fração argila contendo fragmentos angulosos milimétricos a centimétricos de feldspato e quartzo, até matações e blocos de dimensões métricas. As espessuras variam de 1 metro a 15 metros em função da morfologia dos terrenos, podendo ser, em alguns casos, superiores a 15 metros em alguns sopés de taludes.

Frequentemente estão sujeitos a processos naturais de escorregamentos e rolamento de blocos, ativados, principalmente, pela ação da água infiltrada a partir de grandes concentrações de precipitações pluviométricas, muito comuns em regiões de escarpas serranas. Tal característica foi observada na escarpa da Serra do Mar próximo à localidade de Córrego do Ouro, junto ao rio Macaé, no extremo Oeste da folha, onde intensas precipitações ocorridas em janeiro/fevereiro de 1996, provocaram extensos deslizamentos em áreas onde a ocupação antrópica é muito pouco significativa, portanto com as condições naturais preservadas.

Os coluviões são formados por solos argilo-silto-arenosos, geralmente de cor avermelhada, com fragmentos angulosos, milimétricos a centimétricos, de quartzo e feldspato, e raros fragmentos centimétricos de rocha. Podem atingir espessuras da ordem de 10 metros, em áreas onde há quebra de relevo.

Os terrenos dessa unidade como um todo, incluindo os depósitos de talus e os coluviões, de estabilidade natural precária, conforme observado nas fotos aéreas e nos trabalhos de campo, através de cicatrizes de escorregamentos, existentes em todas as suas áreas de ocorrência, quando submetidos a qualquer intervenção, principalmente desmatamento e cortes em taludes, tornam-se altamente instáveis, sujeitos a grandes movimentos de massa.

São também fortemente erodíveis, principalmente quando desmatados, neles ocorrendo processos acentuados de ravinamento e voçorocamento, conforme observado nos trabalhos de campo.

Conforme o mapa pedológico apresentado na Figura 2 (CIDE, 1997), os depósitos de tálus e coluviões, resultantes do acúmulo de solos residuais e fragmentos de rocha desagregados e transportados nas encostas, provenientes da decomposição dos migmatitos e gnaisses do substrato, deram origem a latossolos. Estes solos são geralmente bastante porosos, e quando afetados por eventos de pluviosidade concentrada muito intensa, característica da escarpa frontal da Serra do Mar e de seus contrafortes no sopé, tornam-se saturados, favorecendo a ocorrência de escorregamentos, facilitados pelo relevo íngreme.

A vocação de uso desses terrenos, face aos obstáculos naturais encontrados em relação à ocupação, é para a preservação ambiental.

- **Coberturas coluvionares com eventuais depósitos de tálus subordinados**

Encontradas em alinhamentos serranos baixos e morros elevados, que se destacam das colinas da Baixada Litorânea (Dantas *et al.*, 1998), geralmente representando contrafortes da Serra do Mar. Assentam-se quase sempre sobre solos residuais provenientes da decomposição das rochas cristalinas do substrato, onde predominam granitóides, com a ocorrência ainda de migmatitos no sopé da serra. Esta Unidade possui espessuras que variam de 1 a 10 metros, podendo, em raros casos, atingir 15 metros.

Esses coluviões são semelhantes em composição granulométrica e mineralógica aos da Unidade anterior. A instabilidade das encostas, porém, é menos acentuada, em função destas possuírem menor energia, já que as amplitudes e declividades não são tão abruptas.

Tornam-se, no entanto, altamente instáveis pela intervenção da ocupação antrópica, principalmente em cortes em encostas e áreas desmatadas, que, como no caso anterior, geralmente ativam escorregamentos e processos erosivos.

Subordinados a estes coluviões, encontram-se depósitos de tálus instáveis, de pouca expressão, geralmente localizados nos sopés de afloramentos de rocha e dos taludes mais abruptos.

De acordo com o mapa pedológico da Figura 2 (CIDE,1997), estão também associados a latossolos, que, em função da origem e comportamento, podem ser considerados semelhantes aos latossolos encontrados na Unidade anterior.

A vocação destes terrenos, tal como os da Unidade anteriormente apresentada, é para a preservação ambiental.

- **Coberturas coluvionares associadas a coberturas residuais em áreas de ocorrência de rochas cristalinas**

Encontradas em áreas colinosas e/ou de morrotes e morros baixos da Baixada Litorânea (Fotos 2 e 3), pertencendo ao Domínio Geomorfológico da Superfície Aplainada da Baixada Litorânea, segundo Dantas *et al.*(1998). (Ver Figura 4). Possuem espessura variável, que pode atingir 5 a 10 metros. O substrato cristalino é constituído ao Norte do rio Macaé por gnaisses, e ao Sul, por rochas granitóides, ambos pré-cambrianos. Os granitóides encaixam

intrusões de granitos e de rochas básicas. Na região de Búzios, ocorrem rochas gnáissicas (CPRM, inédito).

Os coluviões desta Unidade geralmente são de granulometria argilo-silto-arenosa de aparência homogênea, cores variando de rosada a amarelada, muito semelhantes nestes aspectos aos solos residuais maduros, encontrados em afloramentos contíguos, ou subjacentes. Diferem destes, no entanto, por serem muito menos consistentes, mais sujeitos a processos erosivos superficiais (ravinamento).

A morfologia dos terrenos nos quais ocorrem, é caracterizada por colinas de pequena amplitude e vertentes suaves, reduzindo consideravelmente a suscetibilidade natural a movimentos de massa e erosão. São formações potencialmente favoráveis à intervenção antrópica. Esses processos, no entanto, podem ser induzidos por intervenções executadas sem os cuidados técnicos necessários, provocando acidentes localizados.

Os solos residuais, que afloram principalmente nos topos das colinas, apresentam-se bem compactados e estáveis, assemelhando-se aos colúvios no que se refere à granulometria, cores e composição mineralógica caracterizando alto grau de laterização, quando mais espessos e maduros. Gradativamente, ao se aprofundarem, vão apresentando a estruturação reliquiar, remanecente da rocha matriz.

Os terrenos dessa Unidade correspondem, em toda a sua área de ocorrência, aos podzólicos representados no mapa pedológico da Figura 2 (CIDE, 1997).

Estes terrenos constituem áreas que quase sempre podem ser ocupadas sem grandes problemas, por serem relativamente estáveis e com relevo favorável, suavemente ondulado. A terraplenagem, quando necessária, pode ser executada sem grandes transtornos, desde que efetuada de acordo com a boa técnica, nas áreas de cortes, e com a utilização dos colúvios e solos residuais maduros como material de empréstimo para aterros. Fundações comuns devem encontrar geralmente o suporte necessário em profundidades relativamente pequenas. Escavações de valas e/ou poços, nos colúvios, em muitos casos, podem requerer escoramento. Nos solos residuais, geralmente podem ser implantadas saibreiras de boa produtividade, dada a qualidade do material e sua relativa estabilidade em escavações, ressalvando-se os solos mais micáceos, onde é maior a erodibilidade.

- **Coberturas coluvionares associadas a coberturas residuais em áreas de ocorrência de rochas sedimentares**

São características das áreas colinosa e/ou de tabuleiros, incluídas no Domínio Geomorfológico da Superfície Aplainada da Baixada Litorânea (Dantas et al., 1998 - ver Figura 4), com substrato terciário da Formação Barreiras (Foto 4), conforme o mapa geológico da Figura 5 (Martin *et al.*, 1997).

Os coluviões e solos residuais maduros desta Unidade, observados principalmente em cortes de estradas, confundem-se face à granulometria argilo-arenosa, à cor, geralmente amarelada, à composição mineralógica e grau de laterização, e ao grau de compactação semelhante, ligeiramente superior nos solos residuais. A espessura média desta formação está em torno de 5 metros.

São terrenos com topografia e constituição bastante favoráveis à ocupação, geralmente bem drenados, com boa capacidade de suporte para fundações, apresentando cortes estáveis, porém sujeitos à erosão pela ação das águas pluviais, conforme observado em estradas já abertas na região. As bordas dos tabuleiros também estão sujeitas a processos erosionais mais acentuados. A intercalação de camadas mais argilosas com camadas arenosas pode ocasionar a presença de níveis suspensos do lençol freático, favorecendo também os processos erosivos.

Os solos que têm como material de origem os terrenos dessa unidade, correspondem a podzólicos, segundo o mapa pedológico da Figura 2 (CIDE, 1997).

◆ Coberturas Aluvionares

Foram subdivididas em 3 Unidades, todas incluídas no Domínio Geomorfológico da Superfície Aplainada da Baixada Litorânea (Dantas *et al.*, 1998 – ver Figura 4), compreendendo:

• Leques detríticos

Originados a partir de enxurradas que se espalharam no sopé da escarpa serrana, com grande energia de transporte. São constituídos por matacões e blocos geralmente sub-arredondados, cascalho e areia grossa, muitas vezes interdigitados face a diversos eventos de sedimentação, representando terrenos com boa capacidade de suporte e bem drenados. Foram mapeados

por Martin *et al.* Como sedimentos indiferenciados do Quaternário Continental (Figura 5).

O relevo é caracterizado por declividades suaves, mais acentuadas nos sopés das escarpas.

São encontrados nos vales dos rios São Pedro e Macabú, estando sujeitos, pela localização no sopé da escarpa, a eventos de enxurradas de grande intensidade, que em muitos casos, podem atingir proporções catastróficas. Por este motivo, podem ser ocupados com restrições, principalmente nas áreas próximas aos leitos naturais dos rios, embora em outras regiões do Estado, encontrem-se até núcleos urbanos instalados em áreas semelhantes.

Estes depósitos, ressalvados os problemas de localização, podem se constituir em boas jazidas de cascalho e areia grossa, para emprego na construção civil.

Estão incluídos no grupo de solos aluviais, identificados no mapa pedológico da Figura 2 (CIDE, 1997).

- **Planícies e terraços arenosos e areno-argilosos**

Ocupam os vales dos rios Macaé, São Pedro, Macabú e de alguns afluentes de menor importância, representadas por áreas praticamente planas, com morfologia bastante favorável a qualquer tipo de ocupação. (Foto 5).

Esses terrenos são constituídos por camadas de areia fina a média de cor esbranquiçada, relativamente bem drenadas nas áreas mais próximas à serra, adquirindo sedimentos mais finos em função da diminuição da energia das correntes e das inundações periódicas, à medida que dela se afastam, em direção à foz.

Correspondem aos aluviões holocênicos e sedimentos indiferenciados do Quaternário Continental, segundo Martin et al. (Ver Figura 5)

Os terrenos arenosos possuem boa capacidade de suporte, que é reduzida nas camadas mais argilosas. A ocupação dessas áreas, no entanto, pode ser prejudicada por eventos excepcionais de inundação, com o alagamento de todas as planícies, apesar da retificação dos baixos cursos dos rios principais (Macabú e Macaé).

Nesta Unidade, podem ocorrer também problemas de contaminação e/ou poluição do lençol freático, pelo fato deste geralmente se encontrar a pouca profundidade, e também pela alta permeabilidade dos sedimentos arenosos.

Os depósitos mais próximos à serra, podem se constituir em boas jazidas de areia para o emprego na construção civil.

Conforme o mapa pedológico da Figura 2 (CIDE, 1997), os terrenos mais arenosos dessa Unidade podem ser associados a solos aluviais, e os mais argilosos a solos orgânicos.

- **Planícies de inundação argilosas orgânicas**

Localizadas no baixo curso dos rios Macabú, Macaé, e afluentes (Foto 6), foram mapeadas por Martin et al., (1997) no Domínio dos depósitos Quaternários aluviais holocênicos. São constituídas por sedimentos argilosos, muitas vezes ricos em matéria orgânica, muito mal drenados, com baixa capacidade de suporte. São áreas planas e alagadiças, sujeitas a inundações periódicas, fatores estes que desaconselham a sua ocupação para qualquer finalidade, devendo ser destinadas à preservação ambiental, exceto no que se refere à exploração das argilas, que, quando puras, podem ser utilizadas como matéria-prima para a indústria cerâmica.

Correspondem a solos orgânicos hidromórficos, conforme o mapa pedológico da Figura 2 (CIDE, 1997).

- ◆ **Coberturas Marinhas**

Subdivididas em duas Unidades, incluídas no Domínio Geomorfológico de Planícies Costeiras da Baixada Litorânea (Dantas et al., 1998 – ver Figura 4) que são:

- **Cordões e terraços arenosos**

Representados por áreas planas, que se estendem ao longo da costa, com expressão considerável na região estudada. (Fotos 7 e 8).

Os sedimentos arenosos de granulometria fina a média e cor geralmente branca em superfície, originários se praias quaternárias, pleistocênicas

referentes aos depósitos mais internos e extensos, e holocênicas referentes aos depósitos mais externos e estreitos (Martin *et al.*, 1997 – ver Figura 5), são bem selecionados, bem drenados, e com boa capacidade de suporte.

Estas áreas são adequadas à ocupação antrópica, merecendo cuidados especiais apenas com relação a escavações, face à instabilidade das areias quando saturadas, e à contaminação e/ou poluição do lençol freático, muito próximo da superfície e desprotegido, em função da alta permeabilidade dos terrenos arenosos.

Entre os cordões, podem ser encontradas áreas alagadiças sobre terrenos argilosos, geralmente de pequena espessura e facilmente aterráveis.

Esta Unidade está associada aos podzóis hidromórficos identificados no mapa pedológico da Figura 2.

- **Argilas orgânicas de fundo de baía (manguezais)**

Compreendem terrenos de pouca expressão na Folha Macaé, encontrados apenas em Armação de Búzios. São constituídos por argilas orgânicas muito moles, geralmente inundados pelas marés, sendo, portanto, inadequados a qualquer tipo de ocupação antrópica. Devem ser destinados à preservação ambiental.

Correspondem a sedimentos marinhos holocênicos, segundo Martin *et al.* (1997). (Ver Figura 5).

Do ponto de vista pedológico, são solos hidromórficos de origem marinha. (CIDE, 1997).

◆ Coberturas Flúvio-Lagunares

Foram subdivididas em duas Unidades, que estão incluídas no Domínio Geomorfológico de Planícies Costeiras da Baixada Litorânea segundo Dantas et al., 1997 (ver Figura 4), assim definidas:

• Depósitos argilo-arenosos

Ocorrem entre Barra de São João e Rio das Ostras, separados do mar por cordões arenosos marinhos. Segundo Martin *et al.*, correspondem a depósitos holocênicos lagunares e flúvio lagunares (ver Figura 5). São representados por áreas baixas, planas, mal drenadas e parcialmente alagáveis, formadas por terrenos argilo-arenosos, geralmente com baixa capacidade de suporte, correspondentes a paleo-lagunas.

A topografia plana é favorável à ocupação, restringida sobre os terrenos mais argilosos pela tendência à formação de brejos.

O mapa pedológico da Figura 2 (CIDE, 1997) classifica estes terrenos como podzóis hidromórficos.

- **Depósitos Argilosos Orgânicos**

Ocupam áreas consideráveis da Folha Macaé e são constituídos por argilas orgânicas pretas, muito moles e altamente adensáveis, estando separados do mar por cordões arenosos marinhos. Também estão incluídos nos depósitos holocênicos lagunares e flúvio lagunares por Martin *et al.* (Ver Figura 5). Os terrenos são planos e quase sempre alagados, formando pântanos e brejos, compreendendo paleo-lagunas colmatadas e o entorno da Lagoa Feia. (Fotos 9, 10 e 11).

São inadequados à ocupação antrópica, devendo ser destinados à preservação ambiental.

O mapa pedológico da Figura 2 (CIDE, 1997), classifica esses terrenos como hidromórficos, sendo gleis de origem flúvio-marinha, no entorno da Lagoa Feia, e Solonchak sódico de origem marinha, sofrendo influência de marés, próximo a Barra do Furado.

7 – CONCLUSÕES

O mapeamento das Coberturas Inconsolidadas que deu origem a este trabalho, teve como objetivo inicial compor a base geológica de suporte ao Projeto Rio de Janeiro, da CPRM, que está sendo elaborado na escala 1:250 000, abrangendo todo o território do Estado do Rio de Janeiro.

A escolha da Folha Macaé para ser objeto desta Dissertação de Mestrado, deveu-se ao fato de que praticamente todas as Unidades de Coberturas Inconsolidadas mapeadas no Estado foram encontradas nessa região, que, além disto, apresenta um processo de ocupação acelerada em consequência da exploração do petróleo na plataforma marinha, e da expansão do polo turístico de Armação de Búzios.

Os resultados deste mapeamento, efetuado com base em fotointerpretação de estereopares na escala 1:60 000, aferido em trabalhos de campo, são bastante precisos, considerando-se a escala de apresentação do mapa, em função da metodologia utilizada.

Esta metodologia, baseada na metodologia denominada por Lollo (1996) e Lollo & Zuquette (1996) de “Técnica de Avaliação dos Terrenos”, e também preconizada por diversos outros autores, como por exemplo, Grant (1975), na qual são associadas as formas dos terrenos aos diversos materiais, através da interpretação de imagens orbitais e fotos aéreas, aferida por meio de trabalhos de campo, confirmou ser adequada a este tipo de mapeamento, na escala utilizada (1:250 000), conforme trabalhos executados anteriormente por outros autores. (Lollo, 1996).

A qualificação das Coberturas mapeadas levou em conta o provável comportamento dos terrenos frente às solicitações da ocupação antrópica em seus diversos aspectos, sob o enfoque da Geologia de Engenharia aplicada ao planejamento territorial. Teve como resultado a conceituação das vulnerabilidades e aspectos restritivos naturais desses terrenos, além de, em linhas gerais, definir suas potencialidades, atingindo o objetivo proposto, e representando assim, uma contribuição ao planejamento da ocupação dessa região do Estado do Rio de Janeiro.

Na região em questão, com base nessa técnica que analisa as feições de relevo e os materiais associados, foram individualizados o Domínio de Coberturas de gravidade e/ou residuais, o Domínio de Coberturas aluvionares, o Domínio de Coberturas marinhas, e o Domínio de Coberturas flúvio-lagunares.

O Domínio de Coberturas de gravidade e/ou residuais apresenta 4 Unidades:

- Coberturas coluvionares com intensa ocorrência de depósitos de tálus. Substrato de gnaisses e migmatitos. São terrenos com muito alta suscetibilidade natural e/ou induzida a escorregamentos e erosão. Devem ser destinados à preservação ambiental.
- Coberturas coluvionares com eventuais depósitos de tálus subordinados. Substrato de migmatitos e rochas granitóides. São terrenos com média a alta suscetibilidade natural e alta suscetibilidade induzida à escorregamentos e erosão. Também devem ser destinados à preservação ambiental.

-Coberturas coluvionares associadas a Coberturas residuais. Substrato de gnaisses e granitóides com intrusões graníticas e de rochas básicas. São terrenos com média a baixa suscetibilidade induzida a escorregamentos e erosão. São potencialmente favoráveis à ocupação antrópica.

-Coberturas coluvionares associadas a Coberturas residuais. Substrato de rochas sedimentares da Formação Barreiras. Apresentam baixa suscetibilidade natural e/ou induzida à erosão nas bordas dos tabuleiros. São terrenos favoráveis à ocupação antrópica. A intercalação de camadas mais argilosas com camadas arenosas pode ocasionar a presença de níveis suspensos do lençol freático, favorecendo também os processos erosivos.

O Domínio de Coberturas aluvionares apresenta 3 Unidades, que são:

-Leques detríticos. Sujeitos a eventos de enxurradas de grande intensidade. Por este motivo, podem ser ocupados com restrições.

-Planícies e terraços arenosos e areno-argilosos. Sujeitos a eventos excepcionais de inundação que podem restringir sua ocupação.

-Planícies de inundação argilosas orgânicas. São áreas alagadiças, sujeitas a inundações periódicas. Devem ser destinadas á preservação ambiental.

O Domínio de Coberturas marinhas contém 2 Unidades:

-Cordões e terraços arenosos. Representam áreas favoráveis à ocupação antrópica.

-Argilas orgânicas de fundo de baía (manguezais). São terrenos muito moles, permanentemente alagados, que devem ser destinados à preservação ambiental.

O Domínio de Coberturas flúvio-lagunares é constituído por 2 Unidades, que são:

-Depósitos argilo-arenosos. São terrenos moles, parcialmente alagáveis, que geralmente devem ser destinados à preservação ambiental.

-Depósitos argilosos orgânicos. São terrenos muito moles, alagados, que devem ser destinados à preservação ambiental.

Trata-se porém, de um trabalho de carácter regional, onde os dados utilizados são qualitativos e apresentados em escala pequena (1:250 000), devendo portanto ser aplicado em trabalhos de macroplanejamento. Trabalhos em escala igual ou menor com objetivos semelhantes, foram elaborados por Lollo e Zuquette na região de Campinas (1:250 000) e pelo IPT através da “Carta Geotécnica do Estado de São Paulo”, de 1994, elaborado na escala 1:500 000, e do “Mapa de Erosão do Estado de São Paulo”, de 1997, elaborado na escala 1:1 000 000.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABGE. "Geologia de Engenharia". Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, 1998.

BARROSO, J.A.; BARROSO, E.V. "O Meio Físico como Fator Indispensável ao Planejamento das Cidades: O Caso de Niterói", Solos e Rochas, pp.63-77, v19, n.1, 1966.

CABRAL, S. "Mapeamento Geológico-Geotécnico da Baixada de Jacarepaguá e Maciços Circunvizinhos", dissertação de mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 1979.

CIDE. "Estado do Rio de Janeiro – Território". Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, Secretaria de Estado de Planejamento e Controle – SECPLAN., Rio de Janeiro, 1997.

DANTAS, M.E.; FERREIRA, C.E.O.; FERREIRA, P.P.O.; SILVA, F.L.M. "Domínios Geomorfológicos do Estado do Rio de Janeiro", 2º Simpósio Nacional de Geomorfologia, p. 593-597, UGB, Florianópolis, SC, 1998.

GRANT, K. "The PUCE Programme for Terrain Evaluation for Engineering Purposes. I. Principles", Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, 1975.

GRANT, K. "The PUCE Programme for Terrain Evaluation for Engineering Purposes. II. Procedures for Terrain Classification", Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, 1975.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY –
IAEG, Comission of Engineering Geological Mapping / UNESCO.
“Engineerig Geological Maps. A Guide to Their Preparation”,
UNESCO Publish. House, Paris, 1976

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY –
IAEG, Comission of Engineering Geological Mapping / UNESCO.
“Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological
Mapping, Part I: Rocks and Soil Material”, Bull nº 19 of the IAEG, p.
364-371, Krefeld, 1979.

IPT. “Carta Geotécnica do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000”, 2 v., IPT-
Publicação, 2089, São Paulo, SP, 1994.

LOLLO, J.A. “O Uso da Técnica de Avaliação dos Terrenos no Processo de
Elaboração do Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação na
Quadrícula de Campinas”, Tese (doutorado), 2 v., EESC/USP, São
Carlos, SP, 1996.

LOLLO, J.A. & ZUQUETTE, L.V. “Avaliação dos Terrenos Aplicada ao
Mapeamento Geotécnico”, 45 p., São Carlos, SP, 1996.

MARTIN, L., SUGUIO, K., DOMINGUEZ, J.M.L., FLEXOR, J.M.
“Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e
do Espírito Santo”, CPRM, Belo Horizonte, MG, 1997.

PEDROTO, A.E.S. "Mapeamento Geológico-Geotécnico da Baixada
Litorânea e Maciços Circunvisinhos", dissertação de mestrado, UFRJ,
Rio de Janeiro, RJ, 1986.

ZUQUETTE, L.V. “Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para Condições Brasileiras”, Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, SP, 1987

ZUQUETTE, L.V. “Importância do Mapeamento Geotécnico no Uso e Ocupação do Meio Físico: Fundamentos e Guias para Elaboração”, EESC-USP, Tese (livre docência), São Carlos, SP, 1993.

9 – BIBLIOGRAFIA

- ANDERSEN, L.J.; GOSK, E. “Applicability of Vulnerability Maps”, *Environmental Geology & Water Sciences*, New York, v.3, n.1, pp. 39 – 43, 1989.
- ASEYEV, A.A; ALEKSANDROV,S.M.;GORODETSKAYA, M.Ye. “Current Problems in the Geomorphological Interpretation of Space Imagery of the Earth”, *Geomorphologiya*, [s. 1.], n.1., [s.p.], 1979.
- BARROSO, J.A.; CABRAL,S. "Mapeamento Geológico-Geotécnico do Município do Rio de Janeiro (escala 1:25 000)", sinópsese, II Simpósio de Cartografia Geotécnica, ABGE, São Carlos, SP, 1996.
- BELCHER, D.J. “Determination of Soil Conditions from Aerial Photographs, Photogrammetric Engineering, [s.1.], v. 14, p.482, 1948.
- BOYER. L. “Generalization in Semi-detailed Geomorphological Mapping”, *ITC Journal*, Amsterdam, n.1, pp98-123,1981.
- BRYANT, J.M. “Engineering Geological Application of Aerial Photograph Interpretation in Hong Kong” in: *International Congress of the IAEG*, 4, *Proceedings...*, v.1, pp. I. 155-I. 166, New Delhi, 1982.
- COELHO, A.M.L.G. “A Cartografia Geotécnica no Planejamento Territorial e Urbano. Experiência de Aplicação na Região de Setúbal”, Tese, Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, Lisboa, 1980.

COTTAS, LR.. “Estudos Geológico – Geotécnicos Aplicados ao Planejamento Urbano de Rio Claro”, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 1983.

DOUGLAS, I. ;SPENCER, T. “Applied Geomorphology in the Tropics”: Introduction, Zeitschrift fur Geomorphologie (Supplementband, v. 44, n. 1/2/3, Berlin – Stuttgart, 1982.

EDWARDS, R.J.G. ed. “Land Surface Evaluation for Engineering Practice”, Quarterly Journal of Engineering Geology, [s. 1.], v. 15, n. 4, pp 256-316, 1982.

GARTNER, J.F. “Recent Canadian Experience in Communicating Terrain Evaluation Information”, Bull. Of the IAEG, n. 21, pp 164-174, Krefeld, 1980.

GEODFREY, A.E.; CLEAVES, E.T. “Landscape Analysis: Theoretical Considerations and Practical Needs”, Environmental Geology & Water Sciences, v. 17, n. 2, pp. 141-155, New York, 1991.

GRANT, K. “Terrain Features of the Mt. Isa-Dajarra Region and an Assessment of their Significance in Relation to Potential Engineering Land Use”, CSIRO – Soil Mechanics Section Technical Paper, n. 1, 110 p, Melbourne, 1965.

GRANT, K. “Terrain Evaluation: a Logical Extension of Engineering Geology”, in: International Congress of the IAEG, Proceedings..., v.2, pp. 971-980, Paris, 1970.

- KATE, J.M.; PATHAK, R. "Geomorphological Mapping and Classification of an Area Using Air-Photo Interpretation Technique", *Inst. Eng. India Journal*, v.68, n.2, pp114-119, New Delhi, 1987.
- KNOTT, P.A.; DOORNKAMP, J.C.; JONES, R.H. "The Relationship between Soils and Geomorphological Mapping Units – a Case Study from Northamptonshire", *Bull. of the IAEG*, n. 21, pp. 186-193, Krefeld, 1980.
- LOPEZ PRADO, J., PEÑA PINTO, J.L.. "Problems Involved in the Preparation of Geotechnical Maps at a Scale of 1:25 000", *Bull nº 19 of the IAEG*, p.84-87, Krefeld, 1979.
- LOZINSKA-STEPIEN, H. "Engineering Geological Maps at Scale 1:25 000 for Regional Planning Purposes", *Bull nº 19 of the IAEG*, p. 69-72, Krefeld, 1979.
- MATULA, M. "Engineering Geology in Country and Urban Planning", *Proc. 2nd International Congress of Engineering Geology*, IAEG, São Paulo, 1974.
- MATULA, M. "Regional Engineering Geological Evaluation for Planning Purposes", *Bull nº 19 of the IAEG*, p. 62-68, Krefeld, 1979.
- MITCHELL, C.W. "Terrain Evaluation", in: BELL, F.G. ed. *Ground Engineer's Reference Book*, 1. Ed., cap. 23, pp23/1-23/8, London, 1987.
- REVSON, A.L. "Analysis of Remote Sensing Imagery in Engineering Geomorphology", *Mapping Sciences and Remote Sensing*, v. 24, n. 4, pp. 275-284, Carlsbad, 1987.

ROCKAWAY, J.D. "Engineering Geologic Data for Land-use Plannig",
Journal of the Urban Planning and Development Division, v.101, n.
UP2,[s. p. , 1975.

RONAI, A. "Fundamentals of Engineering Geological Maps", Bull nº 19 of
the IAEG, p. 62-68, Krefeld, 1979.

SILVA, F.L.M., DANTAS, M.E., FERREIRA, C.E.O. "Projeto Rio de
Janeiro", 5º Simpósio de Geologia do Sudeste, Atas, p. 299-301,
Penedo, RJ, 1997.

ZARUBA, Q. "The Influence of Geology on the Development of the City of
Prague", Proc. 23 Int Geol Congress, p.133-144, Praga, 1969.

Tabela 1: Resumo da Qualificação das Coberturas Inconsolidadas – Folha Macaé

DOMÍNIO	UNIDADE	MORFOLOGIA DOS TERRENOS	LITOLOGIA DO SUBSTRATO	SOLOS (PEDOLOGIA)	MATERIAL CONSTITUINTE	SUSCETIBILIDADES
COBERTURAS DE GRAVIDADE E/OU RESIDUAIS	Coberturas coluvionares c/ intensa ocorrência de depósitos de tálus às vezes predominantes	Escarpas serranas com grandes amplitudes, fortes declividades e alta energia nas vertentes	Gnaisses e Migmatitos	Latossolos	Colúvio: argilo-silto-arenoso com grãos centimétricos de quartzo e feldspato Tálus:heterogêneo variando da fração argila a matações métricos	Muito alta suscetibilidade natural e/ou induzida a escorregamentos e erosão
	Coberturas coluvionares c/ eventuais depósitos de tálus subordinados	Alinhamentos serranos baixos e morros elevados	Granitóides e Migmatitos	Latossolos	Argilo-silto-arenoso com grãos de quartzo e feldspato e matações esparsos	Média a alta suscetibilidade natural e alta suscetibilidade induzida à erosão e escorregamentos
	Coberturas coluvionares associadas a Coberturas residuais c/ substrato cristalino	Colinas com pequenas amplitudes e vertentes suaves	Gnaisses e Granitóides c/ intrusões de granitos e rochas básicas	Podzólicos	Argilo-silto-arenoso com aparência homogênea	Média a baixa suscetibilidade induzida a escorregamento e erosão
	Coberturas coluvionares associadas a Coberturas residuais c/ substrato sedimentar	Colinas e tabuleiros de pequena amplitude	Rochas sedimentares da Fm Barreiras	Podzólicos	Argilo-arenosos	Baixa suscetibilidade natural e/ou induzida à erosão nas bordas dos tabuleiros
COBERTURAS ALUVIONARES	Leques detríticos	Rampas suaves, acentuadas no sopé da escarpa	Sedimentos Quaternários	Aluviais	Areia grossa, cascalho e matações	Eventos de enxurradas de grande intensidade
	Planícies e terraços arenosos e areno-argilosos	Planícies fluviais	Sedimentos Quaternários	Aluviais	Areia fina a média e areia silto-argilosa	Eventos de inundação e contaminação do lençol freático
	Planícies de inundação argilosas orgânicas	Planícies fluviais alagadiças	Sedimentos Quaternários	Orgânicos	Argila com muita matéria orgânica	Áreas alagadas, sujeitas a inundações periódicas
COBERTURAS MARINHAS	Cordões e terraços arenosos	Áreas planas ao longo da costa	Sedimentos Quaternários	Pozóis Hidromórficos	Areia fina a média	Contaminação do lençol freático
	Argilas orgânicas de fundo de baía (manguezais)	Áreas planas costeiras inundadas pelas marés	Sedimentos Quaternários	Solonchak	Argila orgânica	Terrenos muito moles permanentemente inundados
COBERTURAS FLÚVIO-LAGUNARES	Depósitos argilo -arenosos	Planícies flúvio-lagunares	Sedimentos Quaternários	Podzóis Hidromórficos	Argila arenosa	Terrenos moles parcialmente alagáveis
	Depósitos argilosos orgânicos	Planícies flúvio-lagunares alagadas	Sedimentos Quaternários	Gleis e solonchak	Argila orgânica	Terrenos muito moles alagados

