



Mapeamento Geológico-Geotécnico Preliminar, Utilizando Geoprocessamento, no Município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro

Preliminary Geological-Geotechnical Mapping, Using Geoprocessing Techniques, in the Campos dos Goytacazes County, Rio de Janeiro State

Aline Nogueira Costa¹; Helena Polivanov² & Maria da Glória Alves³

¹Rua Bom Jesus n° 692. Aeroporto – 28300-000 - Itaperuna/RJ

²Rua Galo Branco n° 261. Ilha do Governador – 21941-220 - Rio de Janeiro/RJ

³Av. Alberto Lamego n° 2000. Parque Califórnia – 28013-602 - Campos dos Goytacazes/RJ

Emails: alinenog@ig.com.br; hpolivanov@gmail.com; mgloria@uenf.br

Recebido em: 02/05/2008 Aprovado em: 28/06/2008

Resumo

O município de Campos dos Goytacazes está localizado no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. A cidade desenvolveu-se sobre uma planície de inundação e devido à fragilidade do meio físico, vem sofrendo sérios problemas ambientais. A metodologia utilizada baseou-se em levantamento de campo, aquisição e construção de banco de dados, uso de técnicas de sensoriamento remoto e aplicação do SIG ArcGis9. Após o cruzamento dos temas geologia, pedologia e geomorfologia, foi obtido o Mapa Preliminar de Unidades Geológico-Geotécnicas com unidades de baixada e elevadas, as quais foram definidas de acordo com suas características. A finalidade deste mapa, assim como o objetivo do trabalho é ordenar o território para as gerações futuras.

Palavras-chave: Mapa de Unidades Geológico-Geotécnicas; SIG; Sensoriamento Remoto

Abstract

Campos dos Goytacazes County is located on the north coast of Rio de Janeiro State. The city of Campos dos Goytacazes was developed on a flooding plain and due to the fragility of the physical environment; the city has been suffering serious environmental problems. The methodology used base in acquisition of data bank, remote sensing techniques, Field Information and application of SIG ArcGis9. In a first step, the themes geology, pedology and geomorphology units was overlaying, where could obtain a Geological-Geotechnical Units Map, with lowed and elevated units, the which had been defined in accordance with its characteristics. The purpose of this map, as well as the objective of the work is to plan the territory for the future generations.

Keywords: Geological-Geotechnical Units Map; GIS; Remote Sensing

1 Introdução

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

O planejamento urbano como forma de favorecer o desenvolvimento, através da regulação do uso e da ocupação do solo urbano e a promoção do ordenamento do território, deverá contribuir para a melhoria das condições de vida da população, promovendo a eficiência administrativa e a qualidade ambiental.

Neste trabalho o ambiente foi abordado de forma a evidenciar a integração dos aspectos geológicos e geotécnicos, julgados importantes e desejáveis a um planejamento urbano e territorial racional.

Campos dos Goytacazes - RJ, localizado no litoral Norte Fluminense, encontra-se carente de mapas e instrumentos que orientem os planejadores municipais em suas atividades. No último ano a Prefeitura Municipal de Campos engajou-se na atualização do Plano Diretor. Várias audiências públicas foram realizadas e muitos trabalhos acadêmicos foram utilizados pelos planejadores.

De acordo com Lamego (1945) e Faria (1992) a cidade se formou sobre uma planície às margens do Rio Paraíba do Sul, local onde havia vários “brejos” e lagoas que, em épocas de enchentes, inundavam toda a cidade, e as condições sanitárias deixavam a desejar.

Costa (2005a) observa que a principal frente de expansão urbana da cidade de Campos ocorre em direção ao litoral e analisando o mapa de profundidade do lençol freático de Coridola (2006) vê-se que nesta região tem-se uma profundidade que varia de 0 a 5m.

Desta forma é necessário a análise geotécnica desta região, como forma de ordenar o território para futuras urbanizações.

2 Objetivos

O presente trabalho tem como propósito realizar o mapeamento geológico-geotécnico preliminar na escala de 1:100.000, utilizando técnicas de geoprocessamento, no município de Campos dos Goytacazes-RJ, objetivando fornecer diretrizes para a ordenação deste território e apresentar também avaliação quanto a ocupação atual tendo o meio físico como principal parâmetro.

3 Caracterização da Área de Estudo

3.1 Localização

A Cidade de Campos dos Goytacazes (Figura 1) está localizada na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, aproximadamente a 279 km da capital estadual, Rio de Janeiro, com uma área de 4.037 km², sendo o maior município do Estado e possuindo uma população de 426.154 (quatrocentos e vinte e seis mil cento e cinquenta e quatro) habitantes (IBGE, 2007).

O núcleo urbano apresenta um relevo suave, um clima ameno, uma hidrografia abundante, com o Rio Paraíba do Sul atravessando todo o Município e lagoas, com destaque para a Lagoa Feia e a Lagoa de Cima.

3.2 Pedologia

O Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001), apresenta uma descrição para os solos do Município de Campos.



Figura 1 Mapa de localização do município de Campos dos Goytacazes (IBGE, 2008).

De acordo com esta descrição, pode-se destacar como tipos predominantes os seguintes solos: cambissolos, neossolo litólico (antigo solo litólico), argissolo (antigo solo podzólico), latossolos, neossolo flúvico (antigo solo aluvial), espodosolo (antiga areias quartzosas), organossolo e gleissolo.

Na parte elevada do município os solos são provenientes do intemperismo das rochas Pré-Cambrianas (Gnaisses e Granitos) e dos Sedimentos Terciários da Formação Barreiras. São solos que apresentam textura que variam de areno-argilosa a argilo-arenosa, geralmente bem drenados.

Após a análise de mapas pedológicos do projeto PROJIR (1984), Ramos (2000), verificou que a região da Baixada Campista é constituída de uma associação de depósitos aluviais com solos de expressiva gleização, assim como cambissolos; à medida que se aproxima do litoral, os espodosolos tornam-se predominantes.

3.3 Geomorfologia

A seguir serão descritas as unidades geomorfológicas da área de estudo. Cabe ressaltar que foram feitos agrupamentos de polígonos do Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2001) de acordo com visitas de campo e os interesses do presente trabalho.

Planícies Aluviais

Compreende os extensos fundos de vales dos rios Imbé e Urubu, preenchidos de sedimentos de origem fluvial e flúvio-lagunar, que desembocam na Lagoa de Cima, e corre paralelamente à escarpa da Serra do Imbé.

Planícies Costeiras

A planície costeira, dentro da área de estudo, é uma extensa área de relevo baixo e plano, situada ao longo do litoral, englobando a localidade de Farol de São Tomé. Encontra-se presente também em duas áreas próximas a Lagoa Feia. É resultante do processo de transgressão e regressão marinha.

Planície Colúvio-Alúvio-Marinha

Esta planície abrange uma expressiva área do município. É resultante de uma seqüência de eventos transgressivos e regressivos. Essas variações do nível do mar marcaram períodos cíclicos de erosão e sedimentação dos depósitos continentais e marinhos, que modelaram a atual morfologia da região.

Planície Flúvio-Lagunar

Esta planície caracteriza-se por extensos terrenos alagados, que consistem em sedimentos de origem lagunar resultantes do ressecamento moderno da Lagoa Feia. As obras de saneamento, efetivadas com a abertura do Canal das Flechas, promoveram a drenagem da baixada e o rebaixamento do lençol freático subaflorante.

Tabuleiros

Os tabuleiros possuem amplitudes de relevo muito baixas e cotas que variam entre 15 e 80m. Suas melhores exposições e maiores extensões encontram-se desde a margem norte do rio Paraíba do Sul, próximo à cidade de Campos, até às proximidades do limite com o Estado do Espírito Santo. Na Baixada Campista, registram-se também alguns remanescentes de tabuleiros do Grupo Barreiras.

Colinas Isoladas

As colinas isoladas encontram-se presentes nos arredores da planície aluvial e fazem contato com o domínio serrano no sudoeste do município. Se diferenciam do domínio colinoso por terem características isoladas, não formando um mar de morros.

Domínio Colinoso

Caracteriza-se (dentro da área de estudo) por um mar de morros entre a escarpa do Imbé e a Baixada Campista ao sul do município. Ao norte do município encontra-se presente aos arredores da Serra da Pedra Lisa. Esse relevo suave é esparsamente pontilhado por morrotes e morros baixos.

Domínio Serrano

Algumas serras formam o domínio serrano da região, dentre elas se destacam a Serra do Imbé e a Serra da Pedra Lisa.

A escarpa da Serra do Imbé caracteriza-se como um relevo de declividade média posicionado entre as planícies e o domínio colinoso, e do outro lado a escarpa da Serra do Desengano.

A Serra da Pedra Lisa consiste em um conjunto de alinhamentos serranos em meio ao domínio colinoso. Estende-se da vila de Morro do Coco à vila de Santa Maria, caracterizando-se por um conjunto de cristas alinhadas de direções variadas.

3.4 Geologia

A geologia de Campos pode ser resumida em duas partes: Formação das Rochas do Embasamento Cristalino (Pré-Cambrianas) e Formação da Bacia Sedimentar (Fanerozóico).

Serão descritas abaixo as unidades geológicas Pré-Cambrianas e Fanerozóicas encontradas na área de pesquisa, baseando-se em Ferrari *et al.* (1981) e Fonseca *et al.* (1998).

Fanerozóico

A Bacia de Campos representa uma típica bacia de margem passiva e hoje é a mais importante área de exploração de petróleo no Brasil. As variações do nível do mar, chamadas transgressão e regressão marinha, associadas à variação climática originaram depósitos sedimentares Terciários e Quaternários.

A geologia do Fanerozóico foi definida através das seguintes unidades:

Sedimentos Flúvio-Lagunares (Qp): Ocorrem principalmente nos baixos cursos dos rios Paraíba do Sul, Ururá, Muriaé e Macabu. A seqüência sedimentar é composta por argilas, argilas-silticas e siltes, de planície de inundação. Engloba também as areias quartzosas dos depósitos de canais fluviais, bem como as areias e conglomerados quartzosos com matriz argilosa, dos depósitos aluvionares.

Sedimentos Litorâneos (Qc): Ocorrem nas regiões leste e sul do município. Estes sedimentos são constituídos de areias quartzosas litorâneas. Estes sedimentos são constituídos de areias quartzosas litorâneas, de coloração esbranquiçada, por vezes amarelada e acastanhada.

Sedimentos Terciários (Tb): Ocorrem alongados segundo uma faixa diagonal que atravessa a área de estudo na direção NE-SW, interpondo-se entre o domínio das rochas pré-cambrianas e os Sedimentos Quaternários. Encontram-se desde a margem norte do rio Paraíba do Sul até às proximidades do limite com o Estado do Espírito Santo. Esta unidade é constituída por sedimentos continentais arenosos e areno-argilosos a argilosos, constituído principalmente de grãos de quartzo subangular abundante, grãos de feldspato caulinizado.

Pré Cambriano

As rochas do embasamento cristalino que ocorrem em Campos são em sua maioria gnaisses, migmatitos, charnockitos e granitos. De uma maneira geral, a direção estrutural dessas rochas é NE-SW, com algumas variações locais.

Assim como todo domínio serrano, o domínio colinoso também faz parte do embasamento cristalino do município, embora suas encostas sejam geralmente mais arredondadas.

O Pré-Cambriano foi definido através das seguintes unidades:

Corpo Magmático Intrusivo – Granitos do Itaóca e de Morro do Coco (grI): O corpo granítico que constitui a Serra do Itaóca se encontra presente isoladamente entre o domínio colinoso e a planície colúvio-alúvio-marinha. Também ocorre em Morro do Coco, sendo um pequeno corpo circular.

Unidade Angelim (P \in IIag): Presente somente ao norte do Município e é formada por gnaisses. Petrograficamente são compostas pelos seguintes minerais: plagioclásio, k-feldspato, quartzo, biotita e hornblenda. A granada está presente em algumas lâminas, mas com percentual sempre abaixo de 1%. Os minerais acessórios são: zircão, apatita, allanita e muscovita.

Unidade Bela Joana (P \in Ibj): Presente ao norte e a sudoeste do rio Paraíba do Sul em Campos, mais especificamente na área do rio Bela Joana. Suas rochas são charnockitos. Os minerais mais importantes são: plagioclásio, andesina e esporadicamente labradorita, k-feldspato pouco geminado, biotita, apatita, zircão, quartzo e hornblenda.

Unidade Desengano (P \in IIIde): Presente restritamente, em um pequeno trecho localizado no limite do Município de Campos com o Município de Santa Maria Madalena e é constituída por gnaisses. Os principais minerais são: quartzo, microlina, ortoclásio, biotita e plagioclásio.

Unidade São Fidélis (P \in IIIsf): Esta unidade se encontra presente ao norte e a sudoeste do rio Paraíba do Sul, no Município de Campos. As rochas gnáissicas e os migmatitos dessa unidade têm a maior distribuição e extensão entre todas as outras unidades pré-

cambrianas de Campos. Essas rochas são constituídas predominantemente de k-feldspatos, granada, sillimanita, biotita, quartzo e plagioclásio-andesina gnaisses.

Unidade de Santo Eduardo (P_{II}se): Ocorre apenas na região norte do Município e é constituída em sua maioria por migmatitos. Os minerais mais importantes são: plagioclásio, oligoclásio a andesina, quartzo, biotita, k-feldspato, microclina, apatita, allanita, hornblenda e zircão.

4 Metodologia

A metodologia utilizada baseou-se em aquisição de banco de dados, uso de técnicas de sensoriamento remoto, levantamento de campo e aplicação do SIG ArcGis9.

4.1 Aquisição do Banco de Dados

Os dados utilizados foram os seguintes: Mapa Pedológico (Compilado da CPRM-RJ por Costa, 2005b) na escala de 1:100.000; Mapa Geomorfológico (Compilado da CPRM-RJ por Costa, 2005b) na escala de 1:100.000; Mapa Geológico (Figura 2), compilado do DRM por Coridola, 2006) na escala de 1:50.000.

4.2 Análises de imagens de satélites

Objetivando melhorar a resolução da imagem e sua visualização, as cenas (3, 4 e 5) Landsat 7 (2002) foram realçadas aumentando o contraste entre as elas. Em seguida as bandas foram georreferenciadas utilizando o sistema de coordenadas plana e a projeção UTM (Universal Transversa de Mercator – Datum: SAD 69). O erro encontrado foi de 0,50m e foi considerado aceitável. Posteriormente foram criadas diferentes composições coloridas. Ambos os processos foram executados no software Idrisi 32.

Foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto, visando fundamentalmente, facilitar a identificação e a extração das informações (forma de relevo, drenagem e vegetação) contidas na imagem de satélite, fazendo uma análise prévia da área de estudo. Estes procedimentos, associados à elaboração de composição colorida das bandas 3, 4 e 5 TM (Landsat 7 - 2002), serviram de base para o mapeamento das unidades geológico-

geotécnicas, complementado por informações registradas no campo.

4.3 Levantamento de Campo

Foram realizadas campanhas de campo para a identificação das diferentes unidades geotécnicas. Na realização do mapeamento foram considerados alguns componentes básicos do ambiente geológico como: afloramento de rocha, solos residuais, depósitos de vertentes, depósitos da Formação Barreiras e depósitos quaternários. Todas essas unidades foram investigadas e descritas de acordo com suas características próprias.

4.4 Cruzamento das Informações

Inicialmente, utilizando-se o SIG, foram compilados os mapas de pedologia, geomorfologia e geologia (Figura 2). A partir de então foi realizado o cruzamento destes planos de informações utilizando o software ArcGis 9. Deste cruzamento surgiu um mapa com 78 polígonos. Este mapa não será apresentado neste trabalho pois a formatação do papel não permite uma escala adequada para uma melhor visualização e compreensão do mesmo. Neste caso realizou-se uma reclassificação destes polígonos, após visitas técnicas de campo, agrupando-os conforme suas potencialidades e limitações, gerando então o Mapa Preliminar de Unidades Geológico-Geotécnicas de Campos dos Goytacazes-RJ (Figura 3).

5 Resultados e Discussões

Como dito anteriormente, o mapa preliminar de unidades geológico-geotécnicas (Figura 3) foi gerado a partir do cruzamento dos mapas de pedologia, geomorfologia e geologia (Figura 2), como pode ser observado no fluxograma representado na Figura 4. Este mapa contém unidades de baixada e elevadas que serão descritas a seguir.

5.1 Unidades de Baixada

As unidades de baixada estão confinadas entre o oceano e os domínios colinosos, entrecortadas por depósitos isolados da Formação Barreiras e o corpo granítico do Itaóca. São encontradas as unidades de solos areno-argilosos e argilo-arenosos sobre substrato aluvial, associação de solos orgânicos e argilosos sobre substrato flúvio-lagunar, cordões litorâneos sobre substrato marinho e solos originados

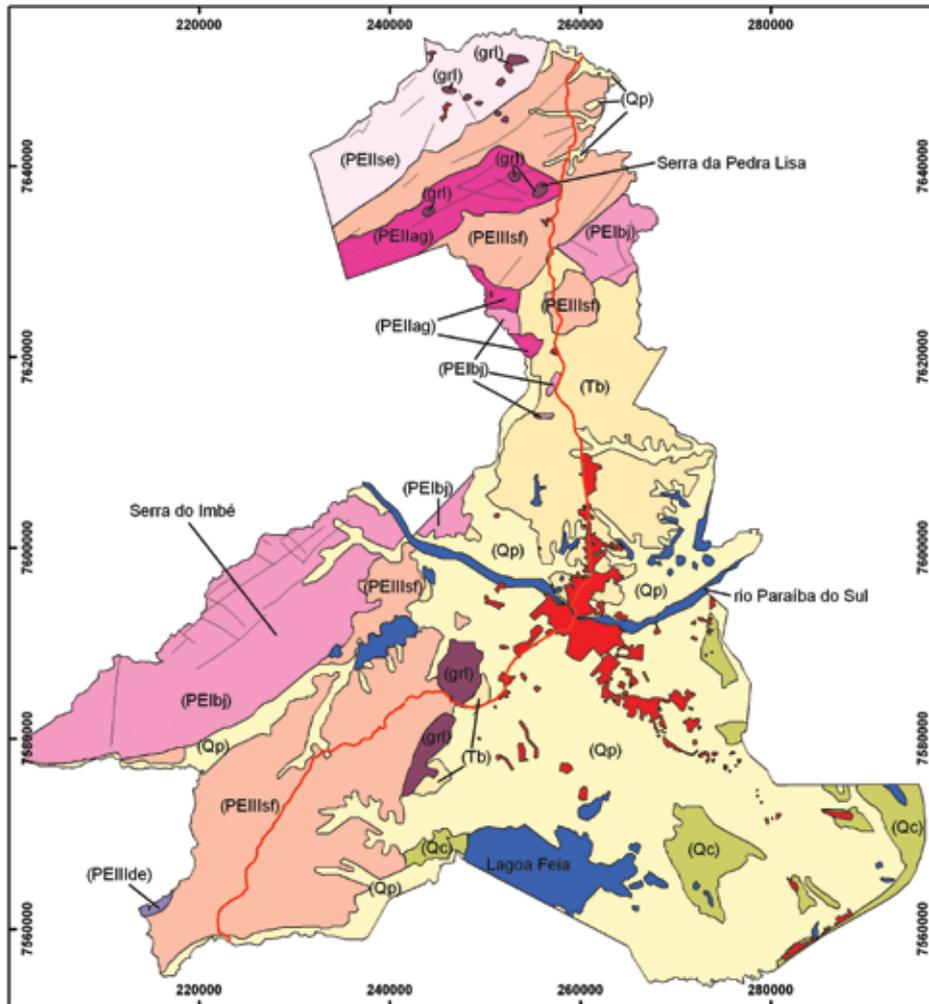
Mapeamento Geológico-Geotécnico Preliminar, Utilizando Geoprocessamento, no Município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro
 Aline Nogueira Costa; Helena Polivanov & Maria da Glória Alves

por sedimentos fluviais, granulometria variável, sujeitos a inundações periódicas.

Neste trabalho criou-se uma legenda geotécnica com base na legenda geológica e pedológica. Serão citadas, a seguir as principais características observadas, baseando-se em Ferrari *et al.* (1981) e Fonseca *et al.* (1998).

5.1.1 Solos Arenos-Argilosos e Argilo-Arenosos sobre substrato aluvial e marinho(AA)

Constitui a planície de inundação do rio Paraíba do Sul (Figura 5) formada pelos solos Cambissolo Eutrófico e Neossolo Flúvico, abrangendo uma vasta área, desde a margem norte do Rio Paraíba até as proximidades da Lagoa Feia e do litoral.



Legenda

- BR 101
- Fraturas
- Área Urbana
- Corpos d' Água

Escala da Figura - 1:500.000



Projeção UTM

Fanerozóico	Quaternário
	Sed. Flúvio-Lagunares (Qp) Sed. Litorâneos (Qc)
Pré-Cambriano	Terciário
	Sed. Form. Barreiras (Tb)
	Proterozóico ou Pré-Cambriano - Brasileiro
	Corpo Magmático Intrusivo (grl)
	Unidade Angelim (PEllag)
	Unidade Bela Joana (PElbi)
	Unidade Desengano (PEllide)
	Unidade São Fidélis (PEllsf)
	Unidade Santo Eduardo (PEllse)

Figura 2 Mapa Geológico de Campos dos Goytacazes-RJ (Fonte: Coridola, 2006, compilado do DRM).

Mapeamento Geológico-Geotécnico Preliminar, Utilizando Geoprocessamento, no Município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro
 Aline Nogueira Costa; Helena Polivanov & Maria da Glória Alves

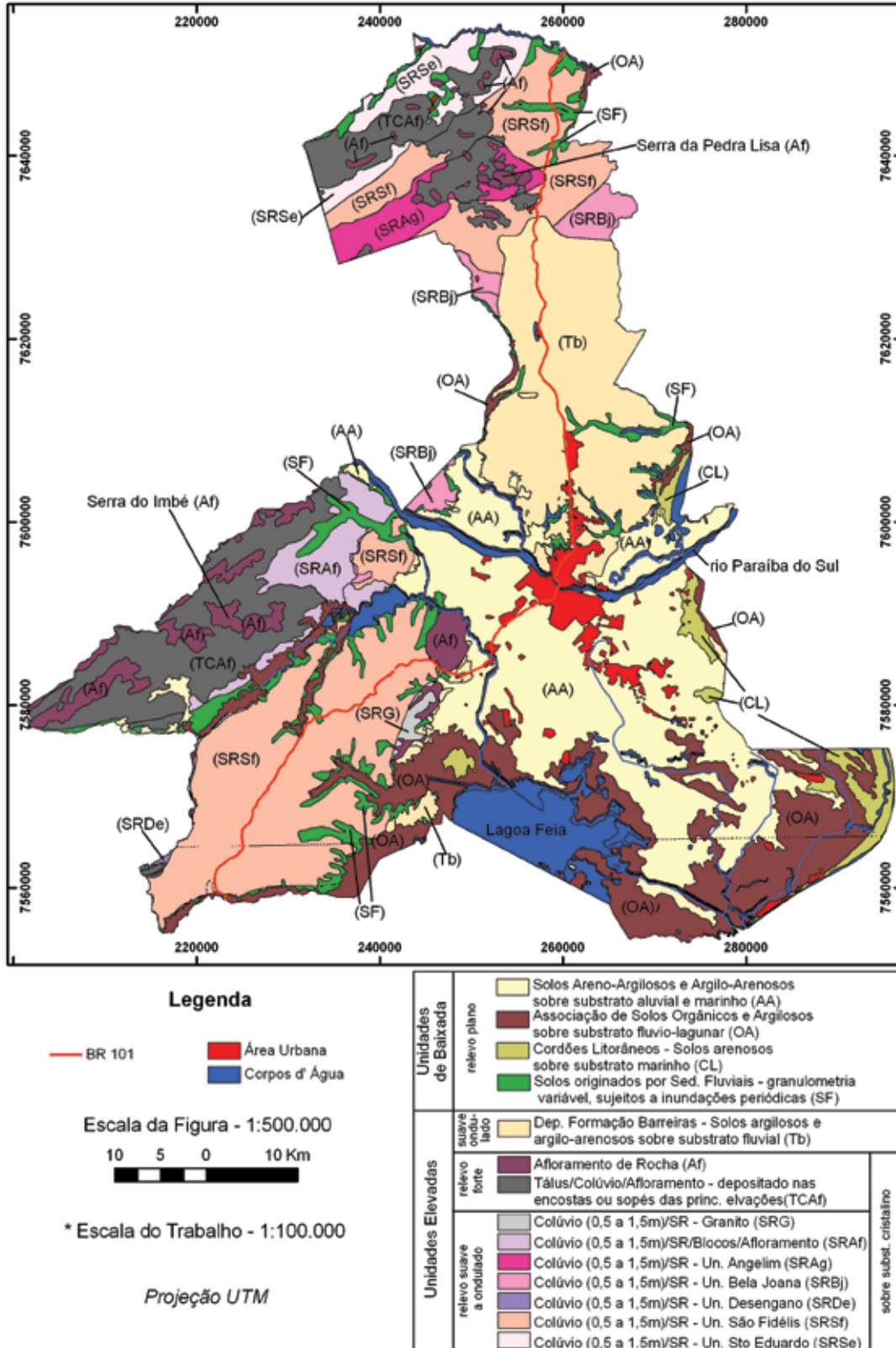


Figura 3 Mapa Preliminar de Unidades Geológico-Geotécnicas de Campos - RJ.

Mapeamento Geológico-Geotécnico Preliminar, Utilizando Geoprocessamento, no Município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro
Aline Nogueira Costa; Helena Polivanov & Maria da Glória Alves

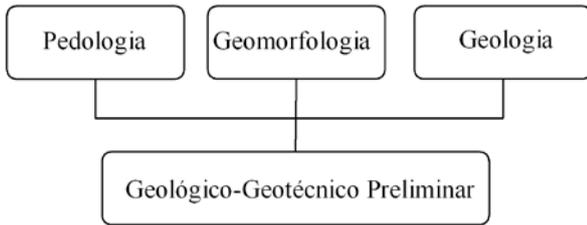


Figura 4 Esquema representativo do cruzamento dos planos de informação.



Figura 5 Planície de inundação (Cambissolo Eutrófico).

Consiste em argilas e siltes micáceos de tonalidades de coloração desde cinza a cinza-amarelada, acastanhada e areias quartzosas de coloração esbranquiçada, amarelo-esbranquiçada ou acinzentada com granulometria de muito fina a muito grosseira, por vezes conglomeráticas, micáceas, feldspáticas e apresentando traços de minerais pesados (anfíbios e piroxênios) bem como estratificação plano-paralela e inter cruzadas de pequeno a médio porte, de canais fluviais.

Os Cambissolos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente subjacente a horizonte A. São solos pouco evoluídos, rasos, com

teores de silte relativamente elevados e argila de baixa atividade. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A-Bi-C, com modesta diferenciação entre eles. Nesta unidade eles se caracterizam como solos de baixada.

Já os Neossolos Flúvicos são solos minerais pouco evoluídos, desenvolvidos a partir de depósitos aluviais recentes. Caracterizam-se por apresentarem um horizonte A sobre estratificação de camadas, sem relação genética entre si.

Esta unidade abrange uma expressiva área do município. É também resultante de uma seqüência de eventos transgressivos e regressivos do nível do mar. Essas variações marcaram períodos cíclicos de erosão e sedimentação dos depósitos continentais e marinhos, que modelaram a atual morfologia da região.

Segundo caracterização granulométrica de Alexandre (2000), Vieira (2001), Xavier (2002) e Ramos (2006) as argilas desta unidade foram classificadas como: argila inorgânica de média e alta plasticidade, argila orgânica, silte inorgânico e orgânico de média e alta compressibilidade. O Limite de Liquidez variou de 35 a 80% e o Limite de Plasticidade de 8 a 49% e o argilomineral predominante é a caulinita.

Os solos pertencentes a esta classe são mal drenados, ocorrem em relevo plano, com altitudes entre 0 e 20 metros e declividade de 0 a 8 %. Estes solos apresentam baixa capacidade de suporte de cargas; lençol freático varia de 0 a 5m de profundidade (Coridola, 2006); em determinados locais, como no núcleo urbano por exemplo (Figura 6), há ocorrência de solos moles (Farias, 2003).

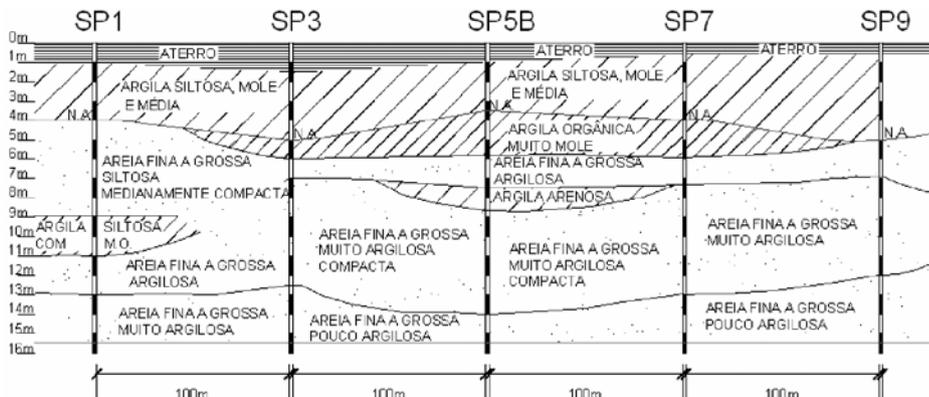


Figura 6 Perfil de Solo do Valeão dos Coqueiros, no núcleo urbano de Campos, próximo a UENF

Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: ocorrência de encharcamentos e inundações, recalque nas fundações, danificações dos pavimentos viários, solapamento das margens dos córregos, assoreamento generalizado dos cursos d'água, poluição das águas subterrâneas por fossas sépticas.

5.1.2 Associação de Solos Orgânicos e Argilosos sobre substrato flúvio-lagunar (AO)

Esta unidade encontra-se presente nos arredores da Lagoa Feia e separada do Oceano Atlântico por uma pequena faixa arenosa. É constituída por sedimentos depositados em ambientes de água doce a salobra, formados pelos depósitos de lagos, onde o sedimento característico é uma argila plástica de coloração que varia de cinza ao cinza-negro, esta última, com alto conteúdo de matéria orgânica, e pelos depósitos de pântanos ou brejos, onde o sedimento característico é a turfa, material predominantemente orgânico, com coloração negra. Também constituem esta unidade sedimentos representados por depósitos de mangue, onde o sedimento característico é uma argila caulinitica, em geral arenosa, bioturbada e de coloração negra, e pelos depósitos de laguna, onde apresentam dois tipos de sedimentos, argilas de coloração esverdeada, bastante plásticas, podendo ser associados depósitos conchíferos e vasa orgânica (antiga Lagoa Salgada), material de coloração avermelhada, consistência de geléia, formada predominantemente de matéria orgânica coloidal.

Os solos quem compõem esta unidade são Gleissolo e Organossolo e caracterizam-se por extensos terrenos constantemente alagados, que consistem em sedimentos de origem flúvio-lagunar resultantes do ressecamento moderno da Lagoa Feia. Os Organossolos são solos hidromórficos, formados em ambientes palustres, que apresentam camadas de constituição orgânica, pelo menos, nos primeiros 40cm. E os Gleis são solos minerais, hidromórficos, relativamente recentes, pouco evoluídos e originados de sedimentos quaternários, com horizonte A ou H seguido de horizonte glei.

São muito mal drenados, ocorrem em relevo plano, com altitudes entre 0 e 20 metros e declividade de 0 a 8 %. Estes solos apresentam baixa capacidade de suporte de cargas; área em permanente estado de saturação com ocorrência de terrenos alagadiços;

lençol freático constantemente aflorante; ocorrência de solos moles e de alto teor orgânico.

Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: área constantemente inundada, recalque nas fundações, danificações dos pavimentos viários, assoreamento generalizado dos cursos d'água, poluição das águas subterrâneas por fossas sépticas.

5.1.3 Cordões Litorâneos – Solos arenosos sobre substrato marinho (CL)

Ocorre na região leste do município, às margens do oceano Atlântico e é conhecida também por cordões litorâneos. É uma unidade constituída exclusivamente por areias quartzosas litorâneas, de coloração esbranquiçada, bem selecionadas, granulometria mediana e grãos subarredondados a arredondados. É constituída pelo solo Espodossolo.

Este solo apresenta uma seqüência de horizontes A1, A2, Bh e/ou Bhir e C.

Nesta classe tem-se solos são bem drenados, ocorrem em relevo plano, com altitudes entre 0 e 20 metros e declividade de 0 a 8 %. Estes solos apresentam boa capacidade de suporte de cargas mesmo com lençol freático pouco profundo; os solos apresentam boa permeabilidade.

Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: assoreamento generalizado dos cursos d'água, poluição das águas subterrâneas por fossas sépticas.

5.1.4 Solos originados por Sedimentos Fluviais de granulometria variável, sujeitos a inundações periódicas (SF)

Ocorre em diversos pontos do município, como por exemplo, ao longo do rio Muriaé, ao longo do rio Imbé, próximo a Lagoa de Cima e encaixado em vales formados pelos sedimentos da Formação Barreiras e das serras da Pedra Lisa e de Santo Eduardo. Esta unidade é constituída de argilas e siltes, de coloração cinza-amarelada, micáceos, formando a planície de inundações destes rios, conglomerados e areias quartzosas, de coloração esbranquiçada, em parte feldspáticas, micáceas, geralmente mal selecionadas, granulometria variando de fina a grosseira com grãos

subangulares, de canal fluvial. Essas areias podem apresentar estratificações cruzadas.

Também pertencem a esta unidade areias e conglomerados quartzosos com matriz argilosa, podendo apresentar diversas colorações (em função da cor da argila), de depósitos aluvionares.

Esta unidade é caracterizada por sedimentos fluviais das calhas dos rios que periodicamente inundam e depositam esses sedimentos em terrenos próximos, ao longo de seu curso. Os solos pertencentes a esta classe são: ao longo do Rio Imbé têm-se os Gleissolos; ao longo do rio Muriaé, tem-se o Cambissolo Eutrófico. Esses sedimentos também são encontrados em Latossolos e Argissolos.

Por se tratarem de “Planície de Inundação” os sedimentos desta classe são mal drenados, ocorrem em relevo plano e suavemente ondulado, com altitudes entre 0 e 20 metros e declividade de 0 a 8 %. Estes sedimentos apresentam baixa capacidade de suporte de cargas; lençol freático varia de 0 a 5m de profundidade (Coridola, 2006) e periodicamente estão sujeitos a inundações devido ao transbordamento das calhas dos rios.

Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: área periodicamente inundada, recalque nas fundações, danificações dos pavimentos viários, assoreamento generalizado dos cursos d’água, poluição das águas subterrâneas por fossas sépticas.

5.2 Unidades Elevadas

Foram distinguidos os afloramentos de rocha, os depósitos de vertentes (tálus/colúvio), os solos residuais e os depósitos da Formação Barreiras, baseando-se em Ferrari *et al.* (1981) e Fonseca *et al.* (1998).

5.2.1 Depósitos da Formação Barreiras (Tb)

Os sedimentos terciários ocorrem alongados segundo uma faixa diagonal que atravessa a área de estudo na direção NE-SW, interpondo-se, a grosso modo, entre o domínio das rochas pré-cambrianas e os sedimentos quaternários. Suas melhores exposições e maiores extensões encontram-se desde a margem norte do rio Paraíba do Sul,

próximo à cidade de Campos, até às proximidades do limite com o Estado do Espírito Santo. Esta unidade é constituída por sedimentos continentais e representada por níveis descontínuos e alternados de material friável e mal selecionado, desde arenoso, areno-argiloso a argiloso, constituído principalmente de grãos de quartzo subangular abundante, grãos de feldspato caulinizado, aparecendo também níveis conglomeráticos com seixos arredondados de canal fluvial e horizontes de concreções lateríticas. Observam-se também bolsões de argila caulínica e colorações variadas (roxa, amarela, branca e vermelha) nos níveis argilosos espessos.

A pedogênese sobre esses sedimentos possibilitou a formação de Argissolos Amarelos e Latossolos Amarelos. Os Argissolos Amarelos são constituídos por solos com horizonte B textural e apresentam seqüência de horizontes do tipo A-Bt-C ou A-E-Bt-C. Possuem argilas de baixa ou alta atividade. Já os Latossolos Amarelos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte A. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Sua constituição mineralógica é essencialmente caulínica. É comum apresentarem também alguma coesão no topo do horizonte B.

Segundo caracterização granulométrica realizada por Coridola (2006) os sedimentos da Formação Barreiras foram classificados como: sedimentos arenosos e argilosos. O Limite de Liquidez variou de 29 a 48% e o Limite de Plasticidade de 25 a 30%. São solos bem drenados, com relevo aplainado, altitudes que variam de 15 a 80m, e declividade de 8 a 30%. São solos com boa capacidade de suporte de cargas, lençol freático profundo que varia de 5 a 23m (Coridola, 2006). Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: solos com média suscetibilidade a erosão, poluição das águas subterrâneas por fossas sépticas.

5.2.2 Afloramentos Rochosos (Af)

Decorrentes dos processos de degradação do relevo, enormes massa de gnaisses, charnockitos, migmatitos e em menores proporções granitos, afloram em toda área de maciços mapeada, concentrando-se preferencialmente nas cotas mais elevadas e com

Mapeamento Geológico-Geotécnico Preliminar, Utilizando Geoprocessamento, no Município de Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro

Aline Nogueira Costa; Helena Polivanov & Maria da Glória Alves

maiores declividades. Tendo em vista a natureza e a escala desenvolvida neste trabalho (escala regional), não foram feitos levantamentos detalhados sobre as estruturas dos afloramentos de rochas. Esta unidade foi analisada de maneira generalizada. Sendo a orientação geral das unidades mapeadas e das estruturas de falhamento e fraturamento, essencialmente NE-SW, com variações locais.

Serão citadas, a seguir, as principais características observadas, segundo os tipos petrográficos mais frequentes na área, baseando-se em Ferrari *et al.* (1981) e Fonseca *et al.* (1998).

Granitos: o granito do Itaóca, ao sul do rio Paraíba do Sul, é cinza claro de granulação média, textura granular xenomórfica e em vários locais porfiroblástica, com porfiroblastos idiomórficos de k-feldspato. Sua origem é relacionada aos eventos do ciclo Brasileiro, ou seja, final do Pré-Cambriano. Segundo Ferrari *et al.* (1981) também são encontrados vários corpos graníticos sob a forma de pequenos núcleos, ocorrendo sob a forma de diques, intrudidos, nas Unidades Angelim, São Fidélis e Santo Eduardo. Os núcleos constituem em sua maioria, litologias pontuais. O maior deles ocorre junto às escarpas da Pedra Lisa (Figura 7) e perfaz cerca de 1km de diâmetro.

Gnaisses: na área foram encontrados gnaisses inseridos nas unidades de São Fidélis e Angelim, de foliação marcante, granulometria de média a grosseira e textura granoblástica a porfiroblástica. Caracterizam-se pela foliação gnáissica marcante, embora possam existir domínios onde sejam menos xistosas, pelas faixas leucossomáticas quartzo-feldspáticas, pelas



Figura 7 Serra da Pedra Lisa. Afloramento de rocha granítica.

frequentes lentes alongadas de rocha calcossilicatada e intercalações decamétricas de quartzitos.

Segundo Barroso *et al.* (2003) a unidade com maior potencial litológico em Campos é a unidade Bela Joana com um total de 340km² de área com presença de litologias mais nobres e relevo compatível. As intrusões graníticas aparecem a seguir, em função das boas condições de exploração nos afloramentos rebaixados do Maciço do Itaóca. A unidade Angelim, não possui os mesmos atrativos estéticos da Bela Joana e mostram uma homogeneidade menor que os granitos. E as demais unidades litológicas constituem a maior área de ocorrência, fortemente reduzida quando se considera a adequabilidade geomorfológica, o que por si só, justifica a baixa potencialidade. Barroso *et al.* (2003) também realizaram ensaios de caracterização tecnológica das rochas do município e os resultados são descritos na Tabela 1.

Rocha	Un. litológ.	Absorção (%)	η aparente (%)	ρ seca (kg/m ³)	I.C.D. (m)	β (10 ⁻⁶ °C ⁻¹)	Vp (m/s)	C ₀ (MN/m ²)	MR (MN/m ²)
Granito Amarelo	bj	0,33	0,86	2625	0,35	3,64	5155	110	10,1
Leptinito Rosado	bj	0,42	1,62	2620	0,40	3,51	5029	106	13,7
Leptinito Branco	bj	0,32	0,85	2631	0,39	4,87	5309	125	8,1
Granito Cinza Prata	γ	0,32	0,85	2652	0,32	10,35	5185	104	10,9
Chamoquito	bj	0,10	0,27	2733	0,35	-	5059	122	-

Tabela 1 Caracterização Tecnológica das litologias explotadas no Município de Campos dos Goytacazes.

η – porosidade; ρ – massa específica aparente; I.C.D. – Impacto de Corpo Duro; β – coeficiente de dilatação térmica linear; Vp – velocidade de propagação de ondas elásticas compressionais; C₀ – resistência à compressão simples; MR – resistência a tração na flexão (três pontos).

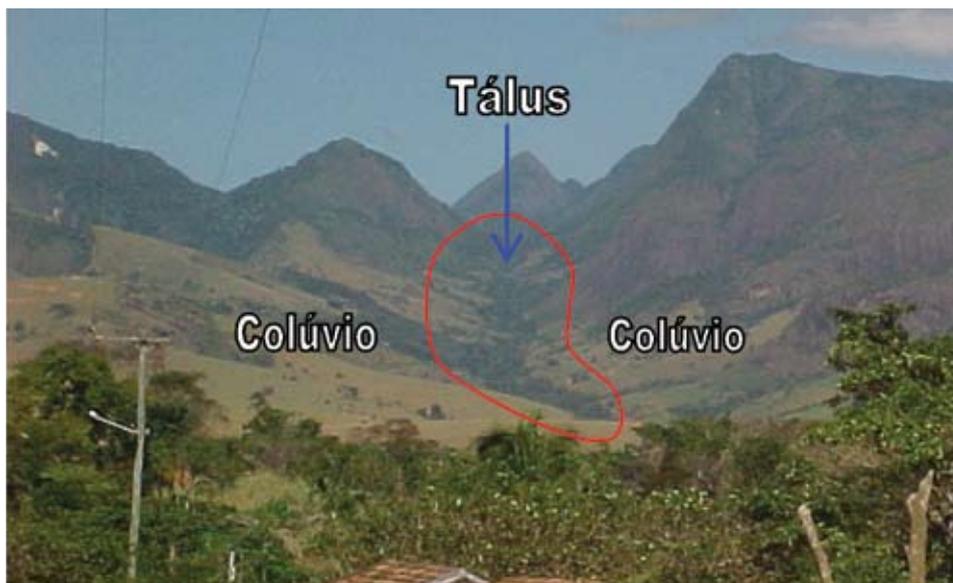


Figura 8 Grande Depósito de Tálus/Colúvio próximo ao rio Bela Joana. Situados a meia encosta e nos sopés, associam-se aos afloramentos rochosos contínuos e escarpados exibindo depósitos com blocos em tamanhos diversos, em meio ao solo coluvial.

Nessa classe estão também compreendidos os Neossolos Litólicos que são solos minerais, pouco desenvolvidos, rasos, constituídos por um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ou sobre um horizonte C ou B incipiente pouco espesso. Apresentam constantes afloramentos de rochas, lençol freático profundo que varia de 5 a 23m (Coridola, 2006). São solos com densidade de drenagem alta e padrão de drenagem variável, ocorrem em relevo montanhoso, extremamente acidentado, com altitudes maiores que 400 metros e declividade de 30 a 60 %.

Coridola (2006) realizou apenas um ensaio de caracterização granulométrica do Neossolo Litólico e obteve em seus resultados a classificação de Silte Elástico. O Limite de Liquidez foi de 52% e o Limite de Plasticidade de 33%. Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: são áreas de risco pela ocorrência de lascas, de blocos instáveis, impossibilidade de instalação de fossas sépticas, dificuldade de execução de obras (escavação).

5.2.3 Tálus/Colúvio, Depositados nas Encostas ou Sopés das Principais Elevações

Esta unidade é caracterizada por depósitos de tálus e solos coluviais que são encontrados nas encostas ou sopés das principais elevações da área mapeada. Esse tipo de depósito ocorre

de forma diferenciada nas regiões sul e norte do município. São caracterizados por sua heterogeneidade granulométrica e no caso do tálus, também pela heterogeneidade litológica dos blocos que o compõe.

Os depósitos de tálus caracterizam-se pela presença de matacões e blocos de rocha, em meio a uma matriz coluvial argilo-arenosa, de coloração amarelada ou amarronzada. Muitas vezes são encontrados grandes aglomerados de blocos de natureza diversa nas calhas de drenagem (Figura 8); originados por escorregamento e queda sucessiva de material das encostas montanhosas, característica da região sul do município. Na região norte, esses blocos se encontram em menor proporção, havendo um predomínio do material coluvionar.

Nesta classe tem-se os solos Cambissolo Álico e Argissolo Vermelho Escuro. Os Cambissolos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente subjacente a horizonte A. São solos pouco evoluídos, de características bastante variáveis, mas em geral, pouco profundos ou rasos e com teores de silte relativamente elevados. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A-Bi-C, com modesta diferenciação entre eles. Já os Argissolos compreendem solos com horizonte B textural, com seqüência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, podendo o horizonte A ser de qualquer tipo, exceto chernozêmico. Possuem argila de baixa e alta atividade.



Figura 9 Colúvio com Solo Residual.

Segundo caracterização granulométrica realizada por Coridola (2006) esses solos foram classificados como: Siltes Orgânicos. O Limite de Liquidez variou de 33 a 118% e o Limite de Plasticidade de 20 a 40%.

São solos com densidade de drenagem alta e padrão de drenagem variável, ocorrem em relevo montanhoso, extremamente acidentado, com altitudes maiores que 400 metros e declividade de 30 a 60 %. São solos rasos, com blocos e alguns afloramentos de rochas, lençol freático profundo que varia de 5 a 23m (Coridola, 2006).

Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: são áreas de risco pela ocorrência de deslizamentos de blocos e solos, impossibilidade de instalação de fossas sépticas, dificuldade de execução de obras (escavação).

5.2.4 Colúvio/Solos Residuais (SRG; SRAf; SRAG; SRBj; SRDe; SRSf; SRSe)

Nesta unidade serão descritos os solos residuais, jovens e maduros, com cobertura de colúvio (Colúvio-Solo Residual) e também os solos residuais de pouca espessura associados a blocos

“in situ” e afloramentos de rochas (Colúvio-SR-Blocos-Afloramento).

Os solos residuais localizados ao sul do Rio Paraíba do Sul são originários do intemperismo das rochas que compõem a unidade São Fidélis (migmatitos e gnaisses) e Bela Joana (charnockitos), já os solos residuais localizados ao norte do Rio Paraíba do Sul, são originários da decomposição das rochas das unidades de Santo Eduardo (migmatitos), Angelim (gnaisses), Bela Joana (charnockitos) e São Fidélis (migmatitos e gnaisses).

Estes solos apresentam uma cobertura de colúvio que varia de 0,5m a 1,5m (Figura 9), separados por linha de seixos em alguns casos. Foram encontradas variações de coloração que refletem as concentrações mineralógicas encontradas na rocha matriz, derivadas dos diferentes tipos de unidades geológicas. Observando-se os perfis nota-se coloração amarelada, alaranjada, avermelhada, rosada, roxeada, amarronzada e às vezes esbranquiçada e cinzenta, com textura variando de argilo-arenoso a areno-argiloso e em alguns casos são encontrados concreções ferruginosas.

Nas proximidades das regiões elevadas, foram encontradas pequenas espessuras de solo residual

que estão associadas a blocos in situ e afloramentos de rocha.

A pedogênese desta área possibilitou a formação de Argissolos Amarelo e Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo.

Os Argissolos são constituídos por solos com horizonte B textural e apresentam seqüência de horizontes: A-Bt-C ou A-E-Bt-C. Possuem argila de baixa e alta atividade.

Os Latossolos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte A. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, resultado de energéticas transformações no material constitutivo. Sua constituição mineralógica é essencialmente caulinitica. É comum apresentarem também alguma coesão no topo do horizonte B.

Segundo caracterização granulométrica realizada por Coridola (2006) esses solos foram classificados como: Silte, Argila muito Plástica e Argila pouco Plástica. O Limite de Liquidez variou de 48 a 113% e o Limite de Plasticidade de 18 a 60%.

São solos bem drenados, com relevo suave a ondulado, altitudes que variam de 50 a 200m, e declividade de 8 a 30%. Possuem boa capacidade de suporte de cargas, lençol freático profundo que varia de 5 a 23m (Coridola, 2006).

Podem apresentar os seguintes problemas geotécnicos: solos com média suscetibilidade a erosão, poluição das águas subterrâneas por fossas sépticas.

6 Conclusões

Com base no mapa gerado neste trabalho, Mapa Preliminar de Unidades Geológico-Geotécnicas de Campos dos Goytacazes-RJ (Figura 3), associado com o Mapa Geológico de Campos dos Goytacazes-RJ (Figura 2), observa-se que a expansão urbana (área urbana nas Figuras 2 e 3) ocorre sobre as unidades geotécnicas “Solos Arenos-Argilosos e Argilo-Arenosos” e “Depósitos da Formação Barreiras”. Os trabalhos de campo permitiram observar impactos ambientais nessas áreas, tais como, inundações,

poluição dos aquíferos, rios e lagoas, assoreamento de rios e lagoas, devido ao uso inadequado do solo. Essas áreas podem ser urbanizadas, porém devem ser respeitadas suas características naturais.

Observa-se também que a expansão urbana ainda não atingiu a unidade “Associação de Solos Orgânicos e Argilosos”, porém verifica-se que a cidade vem crescendo em direção à esta área, considerada imprópria à urbanização devido à sua formação, indicando que esses materiais possuem baixa capacidade de suporte, imprópria para construção de fossas sépticas (ambiente redutor e impermeável), por possuir lençol freático aflorante e por serem áreas propícias à inundações. Além de serem áreas de total importância para o equilíbrio ecológico da região, pois os mangues têm um papel muito importante dentro da dinâmica dessas áreas costeiras, por serem elementos de retenção dos materiais provenientes das encostas que circundam as lagoas.

De acordo com os resultados analisados neste trabalho, essas ocupações seriam mais apropriadas se ocorressem nas áreas de Solo Residual (com declividade de até 30%) ou nas áreas dos Depósitos Terciários da Formação Barreiras. Estas áreas apresentam lençol freático com profundidade que varia de 5m a 23m (Coridola, 2006), não apresentam problemas de inundação e os solos apresentam características favoráveis à construção. São áreas favoráveis à urbanização e recomendadas para a expansão urbana do Município.

7 Referências

- Alexandre, J. 2000. *Análise de matéria-prima e composição de massa utilizada em cerâmicas vermelhas*. Tese de Doutorado em Ciências de Engenharia - Geotecnia. Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 174p.
- Barroso, J. A.; Barroso, E. V.; Ramalho, R. S. & Ferreira, S. A. 2003. Algumas considerações sobre o Potencial Geológico de Campos dos Goytacazes-RJ para a Produção de Pedras Ornamentais. *Solos e Rochas*, 26 (3)275-286.
- Coridola, R. 2006. *Análise da vulnerabilidade de aquíferos livres em Campos dos Goytacazes-RJ utilizando a metodologia GOD e DRASTIC através de técnicas de Geoprocessamento*.

- Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 92p.
- Costa, A. N. & Alves, M. G. 2005a. Monitoramento da Expansão Urbana em Campos dos Goytacazes utilizando Geoprocessamento. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 12, *Anais*, p. 3731 – 3738.
- Costa, A. N. 2005b. *Mapeamento Geológico-Geotécnico e Técnicas de Geoprocessamento como Subsídio ao Planejamento da Expansão Urbana no Município de Campos dos Goytacazes/RJ*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. Campos dos Goytacazes. 162 p.
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2001. Ministério das Minas e Energia / Secretaria de Minas e Metalurgia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *In: Projeto Rio de Janeiro*. CD-ROM. Brasília. 36p.
- Faria, T. P. 1992. *Arquitetura residencial urbana em Campos dos Goytacazes – transformações ao longo do século XIX e início do século XX*. Monografia do curso de especialização em História da Arte e da Arquitetura no Brasil – Rio de Janeiro – RJ. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC – RJ, 83p.
- Farias, R. N. S. 2003. *Caracterização Geoestatística do subsolo de Campos dos Goytacazes*. Dissertação de Mestrado. Campos dos Goytacazes – Laboratório de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 128p.
- Ferrari, A. L.; Melo, E. F.; Vaz, M. A. A.; Dalcomo, M. T.; Brenner, T. L.; Silva, V. P. & Nassar, W. M. 1981. PROJETO CARTA GEOLÓGICA DO RIO DE JANEIRO – Bloco Campos – *In: Relatórios Técnicos*, volume I – DRM – Geomitec, Geologia e Mineração Trabalhos Técnicos Ltda. 172p.
- Fonseca, M. J. G.; Peçanha, R. M.; Junho, M. C. B.; Francisco, B. H. R.; Dreher, A. M. & Serrão, M. A. 1998. *Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. 141p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. *Contagem da População 2007 - Dados digitais*. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/>> Acesso em: 08/01/2008.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Figura de Localização. *Dados digitais*. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/>> Acesso em: 08/01/2008.
- Lamego, A. R. 1945. *O Homem e o Brejo*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 310p.
- PROJIR. 1984. Projeto de Irrigação e Drenagem da Cana-de-açúcar na Região Norte-Fluminense. *In: Relatórios Técnicos Setoriais*, volume I, Tomo 1 a 3; Estudos e Levantamentos Pedológicos. Campos dos Goytacazes. 127p.
- Ramos, I. S. 2000. *Delimitação, caracterização e cubagem da região de exploração de argila no Município de Campos dos Goytacazes*. Dissertação de Mestrado – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 78p.
- Ramos, I. S. 2006. *Os depósitos silto-argilosos da planície de inundação do Rio Paraíba do Sul, em Campos dos Goytacazes/RJ, como fonte de materiais para a indústria de cerâmica vermelha*. – Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 162p.
- Vieira, C. M. F. 2001. *Caracterização de argilas de Campos dos Goytacazes/RJ visando à fabricação de revestimento cerâmico semiporoso*. Tese de Doutorado em Engenharia e Ciências dos Materiais. Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 174p.
- Xavier, G. C. & Saboya F. A. J. 2002. Massa Cerâmica com Resíduo de Granito: Análise Estatística dos Resultados por Planejamento Fatorial 3². *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA*, 46, *Anais*, 2002, São Paulo – SP, p. 1473-1481.