

MAPEAMENTO GEOTÉCNICO DO MUNICÍPIO DE NATAL-RN E ÁREAS ADJACENTES

Engineering geological mapping of Natal count, RN, and adjacent areas

M. M. MOREIRA*
N. M. SOUZA**

RESUMO - O presente trabalho é o resultado do mapeamento geotécnico, em escala 1:50.000, de uma área de aproximadamente 317 Km², situada na região litorânea do Estado do Rio Grande do Norte, compreendendo o Município de Natal-RN e áreas adjacentes.

As diversas etapas do mapeamento consistiram desde o levantamento de informações pré-existentes, com produção de mapas a partir de trabalhos de fotointerpretação, trabalhos de campo e ensaios de laboratório, culminando com a produção dos mapas básicos, onde destaca-se os mapas do substrato geológico e de materiais inconsolidados e, a partir da integração das informações contidas nesses mapas, obteve-se as cartas derivadas, das quais apresenta-se a carta de zoneamento geotécnico geral.

SYNOPSIS - This paper present an engineering geological mapping, at a scale of 1:50.000, of a coastal area of around 317 Km², including the town of Natal near by areas in the state of Rio Grande do Norte.

The several parts of the mapping consisted of a survey of pre-existing informations of the area, with the elaboration of working maps via from fotointerpretation works, and field surveys and laboratory tests, which allowed the elaboration of the basics maps, consisting of: bedrock maps and unconsolidated materials. From the analysis of the data contained in these maps and the cross reference of informations it was possible to obtain: general engineering geological zoning maps.

1 - INTRODUÇÃO

O mapeamento geotécnico foi executado na escala 1: 50.000, com o objetivo principal de confeccionar mapas e cartas que visam um melhor entendimento e o fornecimento de subsídios para prevenir e orientar a ocupação, a ocorrência de riscos e a proteção ambiental. Seguiu-se a metodologia da EESC/USP (Zuquette, 1987, 1993), compreendendo trabalhos de gabinete, de campo, laboratório e recursos computacionais para o armazenamento e tratamento dos dados de investigação que compreendem recursos de geoprocessamento. Estes recursos podem agilizar e viabilizar as atividades de levantamento, análise, finalização e posteriores atualizações das informações espaciais (Souza, 1994).

2 - METODOLOGIA DE TRABALHO

A execução do trabalho compreendeu quatro etapas a saber: de levantamentos de informações e de fotointerpretação, de campo, de laboratório e de confecção das cartas, que serão descritas a seguir.

A) Etapa de levantamento de informações e fotointerpretação - Consistiu no levantamento de informações disponíveis da área a ser estudada, abrangendo fotografias aéreas na escala 1:40.000; mapas topográficos (24 folhas plani-altimétricas de toda área da Grande Natal, fornecidas pela SEPLAN/RN - Secretaria de Planejamento do Estado do Rio Grande do Norte),

* Bolsista DCR/CNPq da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Civil

** Professor da Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil

na escala 1:10.000 com espaçamento entre as curvas de nível de 10 em 10 metros; geológicos; pedológicos; hidrográficos; perfis de sondagens com S.P.T.; perfis litológicos de poços de captação de água subterrânea; resultados de ensaios; além de inúmeros trabalhos e artigos que englobam a geologia da região e ciências afins.

Paralelamente ao levantamento de informações, realizou-se a interpretação de fotografias aéreas, sendo elaborados os mapas seguintes: hidrológico; lineamentos de relevo e zonas homólogas.

B) Etapa de campo - Consistiu da descrição detalhada de diversos locais ao longo da área, objetivando as definições das unidades litológicas, suas relações de contato e parâmetros estratigráficos/geomorfológicos/estruturais, como também aspectos do uso e ocupação do solo e tipo de ocupação; envolveu ainda coleta de amostras para ensaios e croquis esquemáticos.

C) Etapa de laboratório - Compreendeu os ensaios de caracterização, realizados em 59 amostras coletadas ao longo da área, consistindo de granulometria por peneiramento e por sedimentação, limite de liquidez, limite de plasticidade e densidade real dos grãos.

D) Etapa de confecção de cartas - Conistiu da elaboração de um conjunto de mapas básicos, executados através das informações produzidas nas etapas anteriores e, a partir destes, foram elaboradas as cartas derivadas.

Nesta etapa, utilizou-se o Sistema Geográfico de Informação - SGI e o Sistema Interativo de Tratamento de Imagens - SITIM, desenvolvidos pelo INPE, que consistem em um dos sistemas de geoprocessamento mais difundidos no Brasil e por terem todas as características básicas do geoprocessamento, podem ser adotados para incorporação dessa tecnologia na elaboração da cartografia geotécnica.

3 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS/GEOLÓGICOS

3.1 - Localização

A área em estudo abrange aproximadamente 317 km² e está situada no litoral leste do Rio Grande do Norte, compreendendo o Município de Natal e parte dos municípios de Parnamirim, Macaíba, São Gonçalo do Amarante e Extremoz (RN). Constitui um polígono irregular, definido previamente pela limitação das cartas topográficas em escala 1:10.000, cujos extremos são limitados pelo retângulo envolvente com latitudes 9.344 km N e 9.369 km N e longitudes 237 km E e 262 km E (Figuras 1 e 2).

3.2 - Hidrografia

A drenagem presente na região é descrita a seguir, do extremo norte ao extremo sul da área (ver Figura 2).

O rio Doce é formado a partir da Lagoa de Extremoz, a uma altitude de cerca de 10m, corre na direção NW/SE, em regime perene, lançando suas águas no rio Potengi, após percorrer cerca de 10km na área;

Mais para sul, ocorre o rio Potengi que constitui-se na principal drenagem da área e é originário de rios e riachos intermitentes esculpidos em rochas cristalinas em área de clima árido situadas a aproximadamente 130km a oeste.

Segue-se, pouco mais para sul, o rio Jundiá, com comportamento semelhante ao rio Potengi, cujas cabeceiras estão a cerca de 85 km para oeste e que junta suas águas com as do rio Potengi a apenas 8 km do oceano.

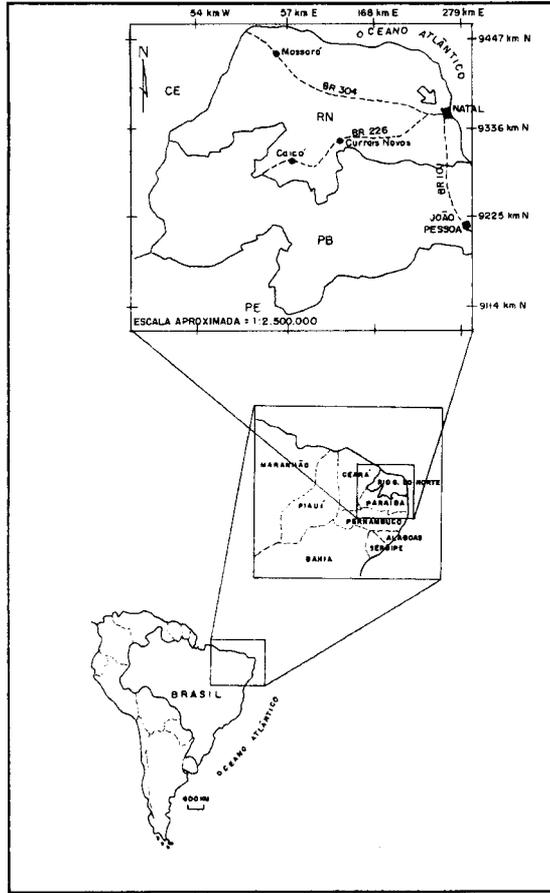


Figura 1 - Mapa de situação da área.

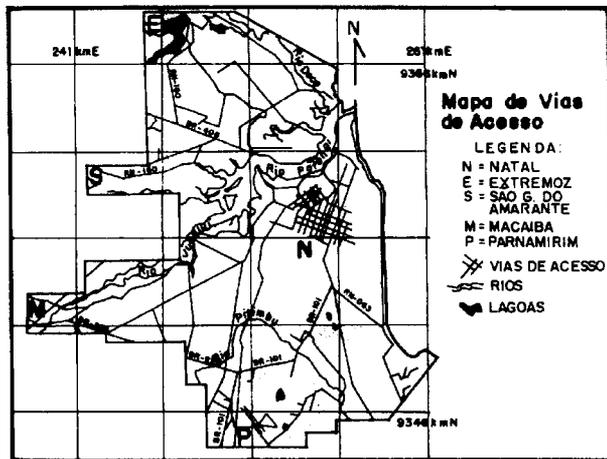


Figura 2 - Mapa de Vias de Acesso à área mapeada. Escala aproximada 1:280.000.

No extremo sul da área, encontramos o rio Pitimbu (ou Jiqui) de regime permanente e direção inicialmente nordeste e que inflete para sudeste devido à ocorrência dos primeiros cordões de dunas mais elevadas, levando sua foz a 10 km para o extremo sudeste da área mapeada.

Segundo Melo (1995) do ponto de vista hidrogeológico a área onde está assentada a maior parte do Município de Natal-RN é formada por um sistema hidráulico único, complexo e indiferenciado, denominado de Sistema aquífero Dunas/Barreiras. Este é em geral do tipo livre, de elevado potencial hidrogeológico e apresenta águas de excelente qualidade físico-química em suas condições naturais. As dunas exercem a função de uma unidade de transferência das águas de infiltração em direção aos níveis inferiores da Formação Barreiras.

3.3 - Geologia regional

A área de mapeamento está inserida na faixa sedimentar costeira oriental do Estado do Rio Grande do Norte, no contexto da sub-bacia Natal, pertencente à Bacia Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte (Mabesoone & Silva, 1991).

A coluna estratigráfica proposta para a área mapeada (Figura 3) é representada por rochas sedimentares mesozóicas que repousam discordantemente sobre rochas pré-cambrianas do Embasamento Cristalino, sendo as mesmas sobrepostas por sedimentos terciários/quaternários da Formação Barreiras e quaternários da Formação Potengi, "beach-rocks", dunas fixas, dunas arrasadas, sedimentos aluvionares e de mangues, sedimentos praias, dunas móveis e coberturas arenosas.

O Embasamento Cristalino consiste de uma sequência de rochas pré-cambrianas que fazem parte da Província Borborema (Almeida *et al.*, 1977), a qual engloba a maior parte dos terrenos do Nordeste do Brasil.

PERÍODO	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
QUATERNÁRIO	Sedimentos de mangue - Sedimentos praias - Dunas móveis - Coberturas arenosas	Sedimentos aluvionares
	Arenitos praias ("Beach rocks") - Dunas fixas - Dunas arrasadas	
	Formação Potengi	
TERCIÁRIO	Formação Barreiras	
CRETÁCEO	Sequência Carbonática	
	Sequência Clástica	
PRÉ-CAMBRIANO	Embasamento Cristalino	

Figura 3 - Coluna estratigráfica proposta para a área mapeada (Modificada de Duarte 1995).

Este conjunto de rochas cristalinas é constituído de gnaisses e migmatitos, onde Hackspacher *et al.* (1990) as subdividem em duas unidades, uma basal (Grupo São Vicente) e uma unidade intrusiva, Grupo Caicó; de encontro a essa linha estão Sá (1984) e Martin *et al.* (1990) que caracterizam dois tipos de associações litoestratigráficas denominadas de Complexo Caicó. O Embasamento Cristalino compreende na área mapeada a litotipos gnáissicos, correspondendo a rochas sã, sem alteração.

Os sedimentos mesozóicos ocorrem em subsuperfície no contexto da área mapeada e são detectados apenas em perfis de poços de captação de águas subterrâneas, ocorrendo sotopostos aos sedimentos da Formação Barreiras, sendo representados por uma sequência de provável idade cretácea. Compreende duas unidades: Sequência Clástica Inferior e Sequência Carbonática Superior. O ambiente deposicional para a Sequência Clástica Inferior seria, segundo Mabesoone et al. (1991), de origem fluvial, de sistemas de baixa sinuosidade até meandranes; para a Sequência Clástica Superior, os mesmos autores sugerem um ambiente d'água rasa, talvez lagunares até de plataforma submersa rasa.

A Formação Barreiras apresenta na região de Natal três fácies sedimentares principais, as quais desenvolvem uma variabilidade de produtos de alteração, agrupados em três tipos de materiais residuais (Moreira, 1996). A fácies inferior é areno-ferruginosa com porções de arenitos argilosos esbranquiçados, apresentando solos residuais argilosos, friáveis e de coloração variegada; segue-se a fácies intermediária areno-conglomerática com solo residual bastante alterado, caracterizando-se pela presença de seixos rolados de quartzo e suas variedades criptocristalinas e a fácies superior areno-argilosa que ocorre de forma localizada, compreendendo um arenito fino a médio, grosseiro e conglomerático, argiloso esbranquiçado, com solo residual areno-argiloso a argilo-arenoso. Duarte (1995) estima a espessura da Formação Barreiras, a partir dos vários poços perfurados, em um intervalo de 45 a 60 metros e sugere um sistema fluvial para a deposição desta unidade devido aos seus aspectos texturais e a geometria dos corpos.

A Formação Potengi, na região de Natal, caracteriza-se por uma fácies basal conglomerática, sobreposta por uma fácies areno-conglomerática, ambas ocorrem localmente e estão expostas em encostas; a fácies de topo ocorre de forma contínua em toda área, é arenítica, de granulometria mal selecionada, de cor avermelhada, e caracteriza-se por apresentar materiais residuais com pouca argila devido a lixiviação intensa (Moreira, 1996). Segundo Duarte (1995), o ambiente de deposição desta Formação seria um sistema fluvial, onde identifica-se um canal para a fácies conglomerática e planície de inundação para a arenosa, que pode ter recebido contribuições eólicas, devido o aumento da fração de areia média a fina em direção ao topo, ocorrendo a fácies de transição em um ambiente de migrações de leito de rio (Moreira, 1996).

Os “*beachrocks*” afloram na zona de estirâncio, a leste da área mapeada na Praia do Forte/Artistas em Natal, ocorrendo por cerca de 3km, de forma paralela à linha de costa, por vezes com mergulho suave de 3º a 5º em direção ao oceano e caracterizam-se por arenitos finos a grossos, constituídos por siliciclastos, bioclastos e cimento carbonático.

Os materiais inconsolidados que jazem sobre o substrato geológico constituem a cobertura residual ou retrabalhada. De uma forma geral são caracterizados por materiais retrabalhados de diferentes origens e diversas litologias, sendo representados por dunas fixas, dunas arrasadas, sedimentos aluvionares e de mangues, sedimentos praias, dunas móveis e coberturas arenosas; ou mesmo da alteração “*in situ*” da rocha subjacente, sendo o caso dos materiais residuais das formações Barreiras e Potengi.

As dunas fixas são depósitos eólicos caracterizados pela cobertura vegetal, distribuindo-se numa faixa paralela ao litoral, apresentando direção predominante SE-NW; consistem de areias quartzosas de coloração amarelada e branca com boa seleção granulométrica entre areia média e fina.

As dunas arrasadas, de acordo com Moreira (1996) compreendem áreas testemunhos de antigas dunas, que foram parcialmente destruídas pela ocupação; consistem de areias finas a médias de cores predominantemente amareladas, cremes e avermelhadas.

Os sedimentos aluvionares estão associados aos leitos das principais drenagens da região; litologicamente variam muito, sendo observadas areias mal selecionadas até cascalhos.

Os sedimentos de mangue são sedimentos siltico-argilosos com grande quantidade de matéria orgânica e de coloração cinza escura, decorrentes de acumulações fluvio-marinhas.

Os sedimentos praias ocorrem acompanhando o litoral da área mapeada, não sendo mapeáveis na escala de trabalho. São formados de areias de granulometria e cores variadas, predominantemente constituídos por quartzo e ainda minerais pesados, micas, seixos de limonita, fragmentos de rochas e organismos diversos.

As dunas móveis, de acordo com Nogueira *et al.* (1990), constituem depósitos arenosos de origem eólica, variáveis em forma e tamanho, ocorrendo isoladas ou associadas, de composição quartzosa e granulometria média a fina e boa seleção.

As coberturas arenosas são sedimentos arenosos, inconsolidados, de granulometria fina e coloração cinza, ocorrem capeando os sedimentos da Formação Barreiras, onde predominam tabuleiros exibindo cotas compreendidas entre a faixa de 50m a 60m (Nazaré Jr, 1993).

4 - MAPAS BÁSICOS

4.1 - Mapa do substrato geológico

Em primeira instância, convém citar que os tipos de mapas geológicos abordados neste trabalho, mapas do substrato geológico (Figura 4) e de materiais inconsolidados (Figura 5), foram realizados por uma necessidade geotécnica, onde a argumentação teórica para tal fato será descrita no item referente a cada mapa.

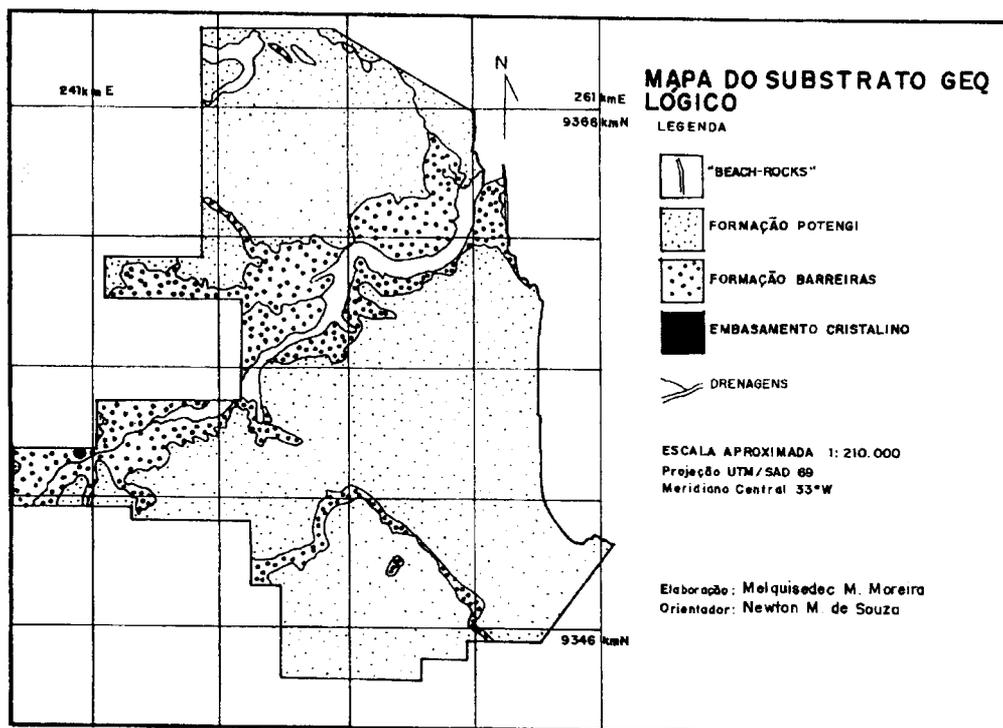


Figura 4 - Mapa do Substrato Geológico do Município de Natal-RN e áreas adjacentes.

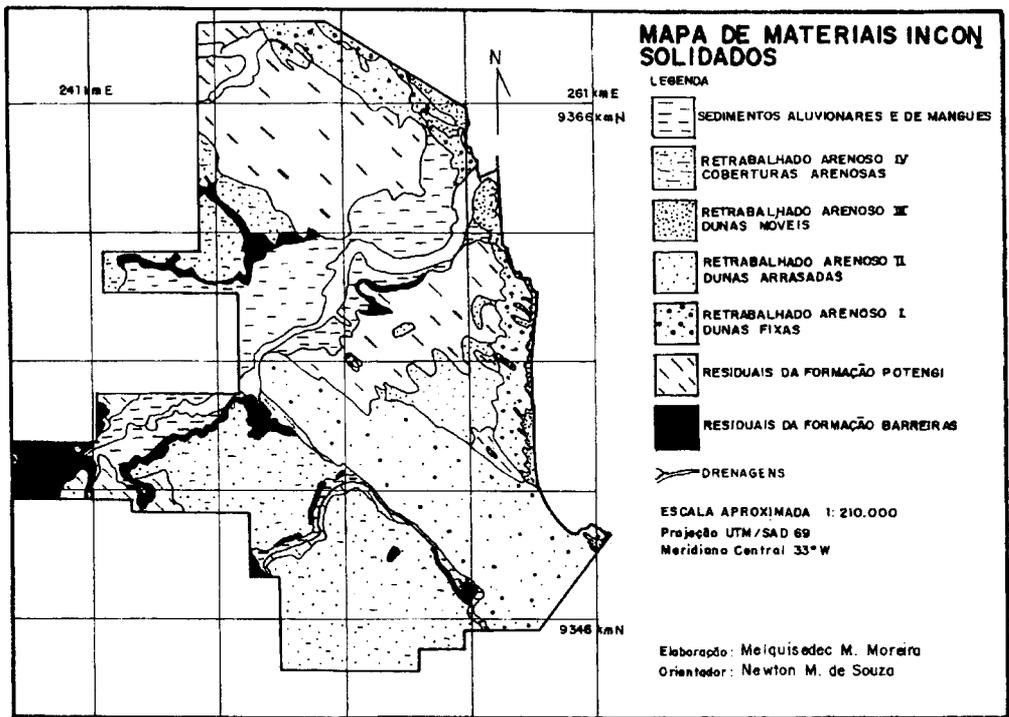


Figura 5 - Mapa de Materiais Inconsolidados do Município de Natal-RN e áreas adjacentes.

O mapa do Substrato Geológico tem a finalidade apenas de mostrar a tendência geral da distribuição dos materiais consolidados, ou seja, que apresentem litificação, na região. O mesmo foi elaborado a partir de trabalhos de fotointerpretação, dados de campo e ensaios de laboratório, somados a dados de perfis de sondagens geotécnicas e de poços de captação de águas subterrâneas.

Estão presentes, no mapa do substrato geológico, quatro unidades de materiais consolidados; o embasamento cristalino, que aparece de forma restrita com 0,1% da área total ou 0,3 km², estando limitada a uma pedreira existente próxima a cidade de Macaíba, a Formação Barreiras com 19,1% ou 60,6 km², a Formação Potengi com 75,4% ou 239,0 km² e os “Beach-rocks”, que perfaz 0,3% ou 0,9 km². Rios e lagoas aparecem com 5,1% ou 16,2 km² da área total do mapa.

4.2 - Mapa de materiais inconsolidados

Este mapa reflete a distribuição das unidades geológicas, tendo sido obtido a partir de trabalhos de fotointerpretação e dados de campo, somados a ensaios laboratoriais e dados disponíveis em trabalhos científicos anteriormente realizados na região, bem como aqueles produzidos por empresas que atuam na área de geologia e geotecnia. A amostragem foi realizada em cortes de estradas, barrancos ou através de escavações a pá e trado.

No período de coleta de informações no campo, foi executada uma classificação genérica regida por critérios genéticos, onde separou-se as unidades inconsolidadas em dois grupos: os materiais residuais, que não passaram por processos de transporte e retrabalhamento e os materiais retrabalhados que são os que sofreram retrabalhamento e transporte após a

decomposição da rocha matriz. Na área mapeada, identificou-se duas unidades de materiais residuais e cinco de materiais transportados, conforme apresentados abaixo:

4.2.1 - Materiais Inconsolidados Residuais

A) Residuais da Formação Barreiras

No contexto da área estudada, a Formação Barreiras é caracterizada pela diversidade em tipos litológicos, os quais foram agrupados em três fácies sedimentares, resultando desta forma uma variabilidade de produtos de alteração; apresenta uma superfície mapeada de 5,3% ou 16,8 km² da área total.

Os materiais residuais originados a partir desta unidade geológica estão presentes sob três tipos: os residuais da fácies areno-ferruginosa (RB1), residuais da fácies areno-conglomerática (RB2) e residuais da fácies areno-argilosa (RB3).

B) Residuais da Formação Potengi

Os materiais residuais da Formação Potengi compreendem os solos de alteração da fácies arenítica, abrangem 24,5 % ou 77,7 km² da área mapeada e caracterizam-se por apresentar pouca argila devido à lixiviação intensa.

4.2.2 - Materiais Inconsolidados Retrabalhados

A) Retrabalhado arenoso I - Dunas Fixas

B) Correspondem aos depósitos de dunas fixas, apresentando uma superfície de 23,2 % ou 73,5 km² da área mapeada; ocorrem ao longo de toda a faixa leste, acompanhando o cordão de dunas móveis, distribuindo-se também numa faixa orientada SE-NW, situada na porção sudeste e centro-leste. Normalmente, encontram-se assentados sobre as litologias das formações Potengi ou Barreiras, sendo recobertos pelas dunas móveis.

Em fotografias aéreas, caracterizam-se por apresentar tom cinza escuro a preto, devido à vegetação que os recobrem; ocupam as porções mais elevadas do terreno, chegando a atingir cerca de 120m de altitude em alguns pontos no litoral.

Através de ensaios de caracterização verificou-se que esses depósitos apresentam variações granulométricas como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1
Características granulométricas dos materiais Retrabalhados Arenosos I.

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Coefficiente de uniformidade
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm	
0 a 3	78 a 99	0 a 21	0	0	1,33 a 2

B) Retrabalhado arenoso II - Dunas Arrasadas

Esses materiais compreendem áreas testemunhos de antigas dunas, que foram parcialmente destruídas pela ocupação, correspondendo a 3,2 % ou 10,1 km² da área mapeada.

A análise granulométrica executada em amostras desse material apresentou a variação mostrada na Tabela 2.

Tabela 2
Características granulométricas dos materiais Retrabalhados Arenosos II.

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Coefficiente de uniformidade
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm	
1 a 2	80 a 86	13 a 18	0	0	1,68 a 1,92

C) Retrabalhado arenoso III - Dunas Móveis

Compreendem os depósitos de dunas móveis abrangendo um total de 2,4 % ou 7,6 km² da área mapeada e são provenientes da ação eólica nos sedimentos praias.

Ocorrem sobrepondo-se aos sedimentos das formações Potengi, Barreiras bem como os depósitos de dunas fixas. São evidenciados pontos de erosão eólica neste material, onde a avenida denominada “Via Costeira” acha-se coberta por areias provenientes destas dunas.

A composição granulométrica obtida em ensaios apresentou variações que são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3
Características granulométricas dos materiais Retrabalhados Arenosos III.

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Coefficiente de uniformidade
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm	
< 1	69 a 100	1 a 30	0	0	1,44 a 1,75

E) Retrabalhado arenoso IV - Coberturas Arenosas

Os materiais inconsolidados pertencentes a esta unidade ocorrem extensivamente na Cidade de Parnamirim e arredores de São Gonçalo do Amarante; constituem uma superfície aplainada, apresentando uma área mapeável de 23,3 % ou 73,9 km².

Esta unidade capeia ora os sedimentos da Formação Barreiras, ora os sedimentos da Formação Potengi, apresentando espessura da ordem de 0,5m.

Os materiais inconsolidados dessa unidade apresentaram variações granulométricas mostrada na Tabela 4.

Tabela 4
Características granulométricas dos materiais Retrabalhados Arenosos IV.

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Coefficiente de uniformidade
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm	
1	46 a 60	39 a 53	< 1	0	2,32 a 2,71

F) Sedimentos aluvionares e de mangues

Os sedimentos aluvionares e de mangues perfazem um total de 12,6 % ou 39,95 km², da área mapeada, sendo esses últimos encontrados ao longo da planície de inundação dos rios Potengi e Jundiá, consistindo de areias finas argilosas e localmente argilas de cor interiormente variegada, existindo esbranquiçados, amarelados, avermelhados, acinzentados escuros e superficialmente são cinza clara; observa-se ainda a presença de grande quantidade de bioclastos recentes. Ocorrem também camadas superficiais ricas em matéria orgânica, com espessura de até 1m, coloração preta a cinza clara. Sob a camada orgânica ou os sedimentos de

mangue e também ao longo das margens do rio Pitimbu, verificou-se a ocorrência de sedimentos aluvionares de coloração acinzentada a esbranquiçada, de granulometria fina a média.

5 - CARTAS DERIVADAS

As cartas derivadas compreendem os produtos da integração das informações das cartas básicas e são destinadas ao uso direto pelo usuário. São confeccionadas com o objetivo de subsidiar o planejamento do uso e da ocupação do meio físico, partindo da investigação dos atributos considerados essenciais para uma dada finalidade. Seguindo a metodologia apresentada em Zuquette (1987, 1993), apresentamos neste artigo a carta de Zoneamento Geotécnico Geral.

Recomenda-se, por último, que as cartas confeccionadas sejam utilizadas com finalidade orientativa de estudos mais detalhados. Isto devido a escala e o caráter pontual das informações (descrição qualitativa e amostragem, por exemplo) e sua extrapolação para distâncias relativamente longas dentro de cada unidade, onde os níveis de adequabilidade podem ser modificados.

5.1 – Carta de zoneamento geotécnico geral

Na confecção da Carta de Zoneamento Geotécnico Geral (Figura 6), analisou-se o conjunto dos mapas básicos e cartas derivadas no sentido de identificar áreas quanto à capacidade de dar suporte ao desenvolvimento da região. Assim, utilizando-se dos mapas do Substrato Geológico, de Materiais Inconsolidados, Carta de Declividade e Susceptibilidade à Erosão; sendo estes dois últimos apresentados em Moreira & Souza (1997); pode-se estabelecer as regras que sintetizaram a elaboração da carta de Zoneamento Geotécnico Geral.

Zonas homogêneas da Carta de Zoneamento Geotécnico Geral:

Zona 1 - Enquadra-se nesta classe o Embasamento Cristalino e os materiais residuais da Formação Barreiras que constituem áreas em geral sem problemas quanto à ocupação.

Zona 2 - Aqui estão inclusos os materiais residuais da Formação Potengi com declividade de até 8 % e os materiais Retrabalhados Arenosos IV - Coberturas Arenosas, que correspondem a áreas com baixo potencial à erosão, com incipientes processos erosivos. Essa zona é uma das regiões mais ocupadas, por associar-se às áreas planas.

Zona 3 - As áreas pertencentes a esta classe correspondem aos materiais residuais da Formação Potengi, com declividades maiores que 8 %, referentes a áreas de materiais argilosos, com potencial à erosão classificado como médio em relação à erosão evoluída por sulco concentrado.

Zona 4 - Nesta classe estão incluídos os materiais Retrabalhados Arenosos I - Dunas Fixas, II - Dunas Arrasadas e III - Dunas Móveis, os Sedimentos Aluvionares e de Mangues e os “*Beach-rocks*”. Os materiais Retrabalhados Arenosos I, II e III apresentam áreas de alto potencial à erosão, consistindo de áreas de recarga do Aquífero Dunas/Barreiras; desta forma, estando com a extensão urbana já desenvolvida, diminui em muito a recarga do aquífero, a realimentação para perenização de rios, riachos e lagoas e a infiltração das águas fluviais, é de extrema necessidade a preservação desses campos dunares.

Os Sedimentos Aluvionares e de Mangues estão aqui inclusos devido serem áreas de proteção ambiental, consistindo de regiões onde ocorre afloramento do nível d’água.

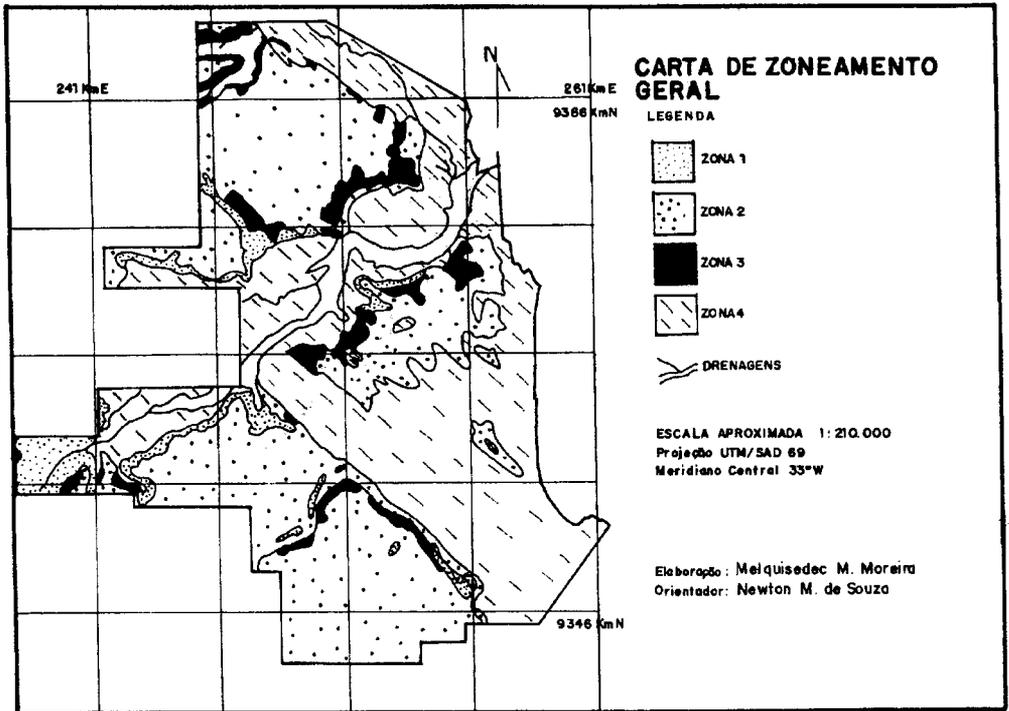


Figura 6 - Carta de Zoneamento Geotécnico Geral do Município de Natal-RN e áreas adjacentes.

6 - CONCLUSÕES

Levando-se em consideração a observação dos diversos aspectos envolvidos durante o desenvolvimento do trabalho, conclui-se que a metodologia da EESC/USP, que tem o objetivo de mapear áreas extensas, com baixa densidade de informações geotécnicas e poucos recursos financeiros disponíveis, foi satisfatória às necessidades de execução do mapeamento geotécnico do Município de Natal-RN e áreas adjacentes.

Os mapas do Substrato Geológico e o de Materiais Inconsolidados consistem de documentos fundamentais na confecção das cartas derivadas. A existência de folhas topográficas na escala 1:10.000 auxiliaram de forma a levar a precisão do presente mapeamento a níveis bastante confiáveis, onde a utilização do sistema SGI mostra-se de extrema importância pela automação da tarefa de mudança de escalas.

A Carta de Zoneamento Geotécnico Geral considera as unidades homogêneas, levando-se em consideração os objetivos de preservação ambiental com a expansão do desenvolvimento humano na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. & FUCK, R. A. - *Províncias estruturais brasileiras*. In: VIII Simp. Geol. NE. Atas, p. 363-392, 1977.
- De BIASE, M. - *Cartas de Declividade, confecção e utilização*. Geomorfologia. São Paulo, n.21, p.8-12, 1970.

- DUARTE, M. I. de M. - *Mapeamento Geológico e Geofísico do Litoral Leste do RN: Grande Natal (Área 1)*. Rel. Grad. UFRN-DG. (Rel. Interno). Natal. 55p, 1995.
- HACKSPACHER, P. C.; SCHUMS, M. R. V. & DANTAS, E. L. - *Um embasamento transamazônico na Província Borborema*. In: XXXVI Cong. Bras. Geol. Anais, Vol. 6. pp.2683-2696, 1990.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS/ENGENSPAÇO. - *Sistemas de Informações Geográficas - SGI/INPE - Manual do usuário, versão 2.1*. São José dos Campos, 1990.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS/ENGENSPAÇO. - *Sistema Interativo de Tratamento de Imagens - SITIM/INPE - Manual do usuário, versão 2.1*. São José dos Campos, 1990.
- SÁ, E. F. J. - *Geologia da região do seridó. Revisão de dados*. XI Simp. Geol. NE. Atas, pp.278-296, 1984.
- MABESOONE, J. M.; DAMASCENO, J. M.; OLIVEIRA, L. D. D. & LIVEIRA, M. I. M. - *Sedimentos Cretáceos do Litoral Leste do Rio Grande do Norte*. In: SIAL, A. N. Estudos Geológicos. Revisão da Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e Parte do Rio Grande do Norte. Recife, Editora Universitária, Vol. 10, pp. 73-75, 1991.
- MABESOONE, J. M. & SILVA, J. C. - *Aspectos Geomorfológicos*. In: SIAL, A. N. Estudos Geológicos. Revisão da Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e Parte do Rio Grande do Norte. Recife, Editora Universitária, Vol. 10, pp. 117-31, 1991.
- MARTIN, H.; SÁ, E. F. J.; MEDEIROS, H.; MACEDO, M. H. F. & LETERRIER, J. - *Tranzamazonian auguen gnaisses SE of Açu, Seridó Belt, NE Brazil*. XXXVI Cong. Bras. Geol. Anais, Vol. 1, pp. 180-181, 1990.
- MELO, J. G. - *Impactos do Desenvolvimento Urbano nas Águas Subterrâneas de Natal/RN*. Tese de doutoramento. USP, São Paulo, SP, 153p, 1995.
- MOREIRA, M. M. - *Mapeamento Geotécnico do Município de Natal-RN e Áreas Adjacentes*. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-028A/96, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 148p., 1996.
- MOREIRA, M. M. & SOUZA, N. M. - *Carta de Susceptibilidade a Erosão da Região de Natal-RN, Auxílio ao Gerenciamento do Meio Físico*. 2ND Pan-American Symposium on Landslides/2ª. Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, Anais, Vol.1. pp. 101-110, 1997.
- NAZARÉ JR., D. - *Mapeamento geológico e gravimétrico da região de Natal*. Rel. Grad. UFRN-DG. (Rel. Interno). Natal. 68p, 1993.
- NOGUEIRA, A. M. B.; COSTA NETO, L. X.; LIMA, M. S.; OLIVEIRA, M. I. M.; SILVA, F. C. & FERNANDES, C. A. N. - *Evolução geo-ambiental da faixa costeira entre Ponta do Calcanhar e Ponta dos Marcos - RN*. In: Anais do XXXVI Cong. Bras. de Geol. SBG, Natal, Vol. 2, pp. 784-795, 1990.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. - *Rio Grande do Norte. Grande Natal - Plano de desenvolvimento regional urbano*. s.l., Vol.1, 1979.
- SOUZA, N. M. - *Contribuição à Cartografia Geotécnica com uso de Geoprocessamento: Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas*. 2 V. Tese de Doutorado. EESC/USP, São Carlos, SP, 189p., 1994.
- ZUQUETTE, L. V. - *Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras*. Tese de doutoramento. EESC/USP. 3 vol., 673 p., 1987.
- ZUQUETTE, L. V. - *Importância do Mapeamento geotécnico no Uso e Ocupação do Meio-Físico: Fundamentos e Guia para Elaboração*. Livre-Docência, EESC/USP, 3v., São Carlos - SP. 368p., 1993.