

Caracterização Geotécnica dos Materiais Inconsolidados do Município de Natal – RN: Suscetibilidade e Risco Potencial de Deslizamentos e Inundações

Melquisedec Medeiros Moreira

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC INPE CRN, Natal-RN, Brasil, melquisedec.moreira@inpe.br

Newton Moreira de Souza

Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília-DF, Brasil, nmsouza@unb.br

Miguel Dragomir Zanic Cuellar

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE CRN, Natal-RN, Brasil, miguel.cuellar@inpe.br

Kátia Alves Arraes

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE CRN, Natal-RN, Brasil, katia.arraes@inpe.br

RESUMO: A presente pesquisa consiste de uma caracterização geotécnica das unidades geológicas em escala 1:25.000 de uma área costeira de aproximadamente 62km², compreendendo parte do Município de Natal-RN. O mesmo foi desenvolvido a partir dos procedimentos e premissas do Manual para o Zoneamento de Suscetibilidade de Perigo e Risco do Comitê Técnico Internacional para Deslizamentos (JTC-1). No que diz respeito aos aspectos geológicos, a área objeto de estudo constitui-se de nove unidades, sendo oito aflorantes e uma de idade mesozóica. Na elaboração da Carta Geotécnica, se constata que boa parte da área apresenta Risco Potencial a Inundações médio e alto. Quanto mais próxima da superfície do terreno está à superfície freática, tanto maior é o Risco Potencial a Inundações. Usando o Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (DRONE), será possível gerar imagens georreferenciadas e ortoretificadas da cidade, além de permitir que o processo de mapeamento seja exercitado e acompanhado em sua plenitude.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização Geotécnica, Cartografia Digital, JTC-1, Deslizamentos, Inundações.

1 INTRODUÇÃO

Há vários enfoques para se chegar a um mapeamento de riscos de escorregamentos. Cada país, e, dentro de cada país, cada grupo, adota metodologias semelhantes, mas com detalhes que as diferenciam, dando produtos às vezes bastante diferentes. Foi com o intuito de padronizar uma metodologia que pudesse ser adotada universalmente que o Comitê Técnico Unificado de Escorregamentos de Terra e Taludes de Engenharia (JTC1 – “Joint

Technical Committee 1 – Landslides and Engineered Slopes”, da ISSMGE, IAEG e ISRM) decidiu firmar um documento, com o consenso de especialistas das três entidades internacionais – de Mecânica dos Solos, de Geologia de Engenharia e de Mecânica das Rochas -, que definisse os passos a serem tomados em um Mapeamento de Risco. Desta forma, elaborou-se um “Manual para o zoneamento de susceptibilidade de perigo e risco de deslizamento para o planejamento de uso do solo”, Fell et al. (2008), que foi

publicado em um número especial da revista Engineering Geology juntamente com vários outros artigos nesta mesma temática. Esse texto foi traduzido e publicado no Brasil pela CPRM/ABGE/ABMS, Macedo e Bressani (2013).

A presente pesquisa está sendo desenvolvida a partir dos procedimentos e premissas deste Manual para o Zoneamento de Susceptibilidade de Perigo e Risco do Comitê Técnico Internacional para Deslizamentos (JTC-1) inseridos no programa “Construindo Nosso Mapa Municipal Visto do Espaço”, realizado pelo grupo de Geoprocessamento do MCTIC (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações)/ INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) /CRN (Centro Regional do Nordeste), podendo ser consultado no link: <http://geopro.crn.inpe.br/resumo3.htm> (Projeto Mapas Municipais Geoambientais). Nesta linha de trabalho, procura-se integrar estudos relacionados às alterações geomorfológicas, provocadas pelas diferentes formas de ocupação do relevo, configurando-se na formação de depósitos tecnogênicos.

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

A execução deste estudo consistiu de uma caracterização geológico-geotécnica e de um reconhecimento das águas subterrâneas, em escala de semi-detalle 1:25.000, de uma área costeira de aproximadamente 62 km², compreendendo parte do Município de Natal-RN, cujo objetivo principal foi a elaboração de mapas e cartas visando um melhor entendimento e o fornecimento de subsídios para a gestão ambiental.

A execução do trabalho compreendeu cinco etapas descritas a seguir:

A) Levantamento e aquisição de informações pré-existentes e produtos de sensoriamento remoto - Consistiu no levantamento de informações disponíveis da área a ser estudada, abrangendo as folhas planialtimétricas na escala 1:10.000 que foram utilizadas como bases

cartográficas, aquisição das fotografias aéreas em escala 1:8.000, perfis de sondagens SPT, perfis litológicos de poços de captação de água subterrânea (cedidos por uma empresa pública e por uma privada), além de inúmeros trabalhos e artigos que englobam a geologia, geografia, geotecnia e recursos hídricos da região.

B) Fotointerpretação e estudo de perfis de poços e de sondagens geotécnicas - Consistiu na interpretação de 88 fotografias aéreas datadas de 1978 em escala 1:8.000, com a confecção dos mapas seguintes: drenagem, lineamentos de relevo e zonas homólogas; e no estudo de 111 relatórios referentes a serviços geotécnicos para obras de construção civil, que perfaz um total de 433 perfis de sondagens SPT cedidos pela empresa privada, onde foram delimitados diferentes horizontes geológicos e suas espessuras.

Interpretou-se, da mesma forma, 89 perfis de poços de captação de águas subterrâneas, sendo 69 perfis cedidos pela empresa pública e 20 cedidos pela empresa privada, assim como 74 sondagens geotécnicas (compreendendo 25 relatórios referentes a serviços geotécnicos para obras de construção civil) que atingiram o nível d'água, executados junto a empresa privada, onde foram delimitados os diferentes horizontes geológicos, suas espessuras e nível d'água, para um melhor conhecimento do comportamento das unidades geológicas e hidrogeológicas em sub-superfície.

A localização dos poços tubulares e sondagens geotécnicas, que atingiram o nível d'água, com latitudes/longitudes e altitudes efetivou-se a partir de bases planialtimétricas na escala 1:2.000. Essa localização teve como finalidade obter informações sobre a distribuição espacial desses dados na área estudada, bem como ter subsídios para definir a cota da boca do poço ou sondagem, que serviu para obtenção da cota do nível d'água.

C) Trabalhos de Campo - Compreendeu a descrição detalhada de diversos locais ao longo da área, objetivando as definições das unidades litológicas, suas relações de contato e atributos estratigráficos/ geomorfológicos/ estruturais,

como também aspectos do uso e cobertura do solo, cadastro de fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos, lagoas de águas pluviais e pontos de inundação; envolvendo ainda medição de juntas, falhas, determinação das espessuras dos materiais, registro fotográfico, coleta de amostras, perfis e croquis esquemáticos, e, por último, a definição de pontos de ensaios de campo.

Acompanhou-se a execução de sondagens geotécnicas e perfuração de poços tubulares construídos pela empresa privada, que serviram para coleta “*in loco*” de importantes informações pertinentes ao tipo litológico, projeto técnico-construtivo de poço e parâmetros hidrogeológicos.

D) Ensaios de laboratório e campo - Compreendeu os ensaios de caracterização, realizados em amostras coletadas na área de estudo, consistindo de granulometria por peneiramento e sedimentação, limite de liquidez, limite de plasticidade e densidade real dos grãos; e ensaios de campo (infiltração/permeabilidade em solos).

E) Confecção de mapas e cartas e elaboração do texto final - Nesta etapa utilizou-se o SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas), desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com funções de processamento de imagens, análise espacial e modelagem numérica de terreno, e consulta a bancos de dados espaciais, Câmara et al. (1996); com a edição em seguida, para a elaboração do *layout* final em Arcview, que permite a criação de cartas de alta qualidade gráfica.

A espacialização dos dados de cota do nível d'água (poços tubulares e sondagens geotécnicas) por ocasião de sua análise, foi realizada em ambiente de geoprocessamento com técnicas de redes de triângulos irregulares (TIN) e, quando possível, por geostatística.

2.1 Área de Estudo Proposto

A área objeto da presente pesquisa consiste de aproximadamente 62 km², constituindo um

polígono (Figuras 1 e 2), cujos extremos são limitados pelo retângulo envolvente com latitudes 9.350.071km N e 9.360.429km N e longitudes 250.821km E e 259.214km E. Os acessos aos principais afloramentos são principalmente pela rodovia denominada “Via Costeira”.

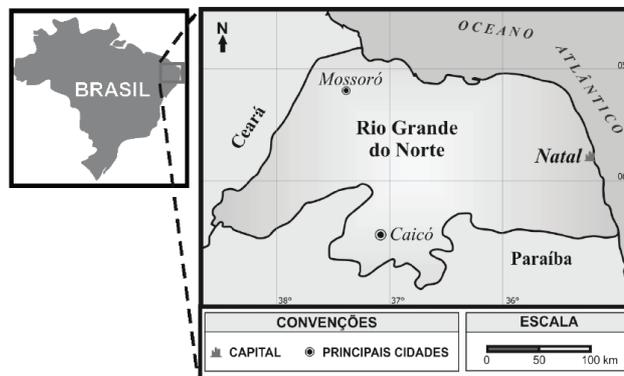


Figura 1. Mapa de Localização do Município de Natal-RN.

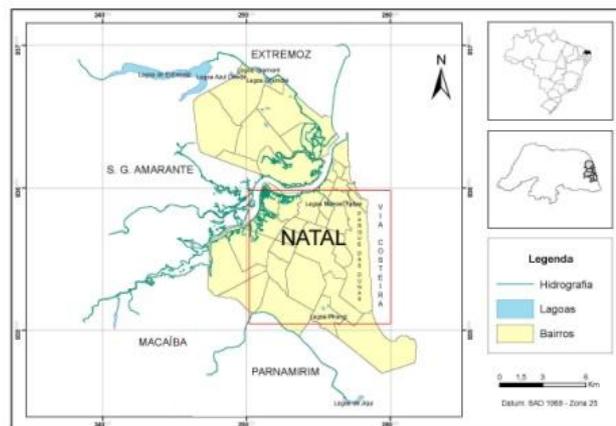


Figura 2. Localização aproximada da área de estudo destacada no retângulo.

2.2 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 e Potiguar, Barbosa (2004) (Figura 3). Na região adjacente à área de estudo, o embasamento cristalino é constituído por três terrenos distintos denominados, de norte para sul, de Terreno São José do Campestre, Terreno

Alto Pajeú e Terreno Alto Moxotó, Santos (1996). Esses terrenos são delimitados por grandes lineamentos e zonas de cisalhamento com direção predominantemente leste-oeste. Provavelmente, essas estruturas estendem-se sob a Formação Barreiras e sob os sedimentos cretáceos e paleogênicos das Bacias Pernambuco-Paraíba e Potiguar, adentrando pela margem continental adjacente.

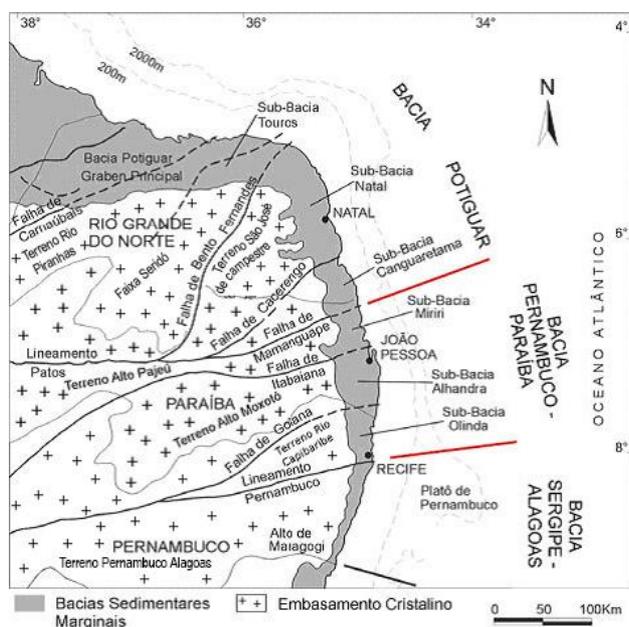


Figura 3 – Localização das Bacias Sedimentares Costeiras Pernambuco-Paraíba e Potiguar e sua divisão em sub-bacias. Modificado de Barbosa (2004).

2.3 Geologia Local

No que diz respeito aos aspectos geológicos, a área objeto de estudo constitui-se de nove unidades, sendo oito aflorantes e uma de idade mesozoica, detectada apenas em perfis de poços de captação de águas subterrâneas, representada por arenitos calcíferos e calcários, correlatos à Formação Guimarães da Bacia Potiguar. A unidade aflorante mais antiga consiste dos sedimentos da Formação Barreiras, seguido dos sedimentos da Formação Potengi e “Beachrocks”. Completando a estratigrafia da área (Tabela 1), têm-se os sedimentos de mangues e aluvionares, as areias de dunas descaracterizadas, dunas fixas e móveis, e os

sedimentos praias; este último juntamente com os “beach-rocks” não são mapeáveis na escala do presente estudo (Figura 4).

A Formação Potengi, na região de Natal, caracteriza-se por uma fácies arenítica, de granulometria mal selecionada, de cor avermelhada, e caracteriza-se por apresentar materiais residuais com pouca argila devido à lixiviação intensa, Moreira (1996).

Tabela 1. Coluna estratigráfica proposta para a área mapeada. Modificada (Duarte, 1995).

ERA	PERÍODO	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
CENOZOICA	QUATERNÁRIO	Sedimentos de mangue - Sedimentos praias - Dunas móveis	Sedimentos aluvionares
		Arenitos praias (“Beach rocks”) - Dunas fixas - Dunas arrasadas	
		Formação Potengi	
	TERCIÁRIO	Formação Barreiras	
MESOZOICA	CRETÁCEO	Formação Guimarães	

Os sedimentos de mangues são encontrados ao longo da planície de inundação do rio Potengi e consistem de areias finas argilosas e localmente argilas de cor cinza clara; observa-se ainda a presença de grande quantidade de bioclastos recentes.

As dunas descaracterizadas compreendem áreas testemunhos de antigas dunas, que foram parcialmente destruídas por atividades de terraplenagem com fins de ocupação urbana.

As dunas fixas são depósitos eólicos com cobertura vegetal, distribuindo-se numa faixa paralela ao litoral, apresentando direção predominante SE-NW.

As dunas móveis, compreendem os depósitos provenientes da ação eólica nos sedimentos praias, caracterizados por areias quartzosas bem selecionadas, brancas, amareladas a cremes, localmente acinzentada a marrom (devido à matéria orgânica).

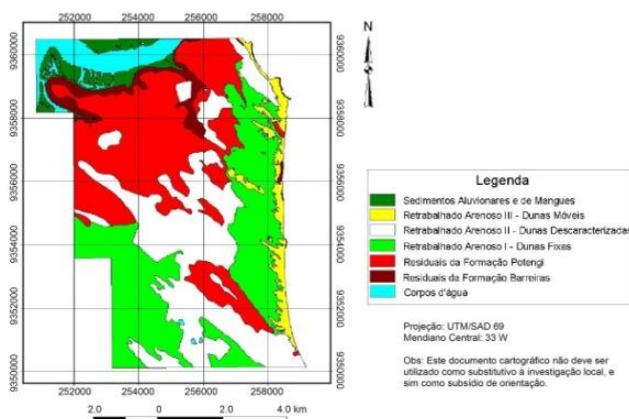


Figura 4. Mapa de Materiais Inconsolidados.

3 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DOS MATERIAIS INCONSOLIDADOS DO MUNICÍPIO DE NATAL – RN

No contexto da área estudada, a Formação Barreiras é caracterizada pela diversidade em tipos litológicos, os quais foram agrupados em três tipos de materiais residuais, que foram mapeados ao longo do perfil estratigráfico, resultando desta forma uma variabilidade de produtos de alteração: os residuais da fácies arenosa (RB1), residuais da fácies areno-conglomerática (RB2) e residuais da fácies areno-argilosa (RB3), onde a fácies ferruginosa compreende rochas sãs sem alteração.

Os residuais da fácies arenosa (RB1) compreendem solos arenosos, de granulometria média e coloração variada (predomina o branco), com grãos essencialmente quartzosos. Realizou-se ensaios de caracterização em uma amostra deste material, cujo resultado é apresentado na Tabela 2.

Os residuais da fácies areno-conglomerática (RB2) compreendem solos arenosos, de granulometria predominantemente fina e coloração variegada, com concreções ferruginosas de tamanhos variados desde granulometria média até seixos.

A análise granulométrica executada em 2 amostras deste material apresentaram valores mostrados na Tabela 3.

Tabela 2 - Características físicas dos materiais residuais da fácies arenosa (RB1) da Formação Barreiras.

% Silte + argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Limite de plasticidade (%)	Limite de liquidez (%)	Índice de plasticidade (%)	Densidade real dos grãos (g/cm ³)
< 0.075 mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm				
1	11	76	11	1	NP	NL		

Tabela 3 - Características físicas dos materiais residuais da fácies areno-conglomerática (RB2) da Formação Barreiras.

% Silte + argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Limite de plasticidade (%)	Limite de liquidez (%)	Índice de plasticidade (%)	Densidade real dos grãos (g/cm ³)
< 0.075 mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm				
1 e 50	15 e 16	58 e 14	20 e 3	6 e 17	NP	NL		2,65

Os residuais da fácies areno-argilosa (RB3) consistem de um solo areno-argiloso a argilo-arenoso de coloração esbranquiçada, gradando para amarelada até acinzentada a marrom no topo, com grânulos e seixos essencialmente de quartzo distribuídos aleatoriamente.

A composição granulométrica obtida em 5 ensaios apresentou variações que são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Características físicas dos materiais residuais da fácies areno-argilosa (RB3) da Formação Barreiras.

% Silte + argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Limite de plasticidade (%)	Limite de liquidez (%)	Índice de plasticidade (%)	Densidade real dos grãos (g/cm ³)
< 0.075 mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm				
6 a 19	39 a 59	21 a 40	0 a 12	0 a 6	NP*, 14 e 20	5 a 23	6 e 15**	2,61 a 2,66

(*) Valor obtido em três amostras

(**) Valores obtidos em duas amostras

A Formação Potengi compreendem areias finas a médias quartzosas com grânulos de quartzo e minerais pesados, onde feldspatos são raros, a coloração é avermelhada a amarelada e creme passando a acinzentada a marrom em direção ao topo, onde se apresentam com pouca quantidade de finos. Segundo Duarte (1995), o ambiente de deposição desta Formação seria um sistema fluvial, onde se identifica planície de inundação para a fácies arenítica, que pode ter recebido contribuições eólicas, devido ao aumento da fração de areia média a fina em direção ao topo, além do fato de que essa formação só é observada próxima ao litoral.

A análise granulométrica executada em 13 amostras desse material apresentou a variação mostrada na Tabela 5.

Tabela 5- Características físicas dos materiais residuais da Formação Potengi.

% Silte + argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho	Limite de plasticidade (%)	Limite de liquidez (%)	Índice de plasticidade (%)	Densidade real dos grãos (g/cm ³)
< 0.075 mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm				
1 a 28	52 a 93	3 a 28	0 a 1	0 a 2	NP, 17*	NL**, 15 a 26	7***	2,65 a 2,66

(*) Valor obtido em uma das amostras

(**) Valores obtidos em cinco amostras

(***) Valor obtido em uma das amostras

Sob os sedimentos de mangues verificou-se a ocorrência de sedimentos aluvionares de coloração acinzentado a esbranquiçado, de granulometria areia fina a média. Realizou-se ensaios de caracterização em uma amostra deste material, cujo resultado é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Características granulométricas dos sedimentos aluvionares.

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm
1	89	10	0	0

As dunas descaracterizadas são caracterizadas por areias finas a médias amareladas, cremes, avermelhadas, localmente acinzentadas a marrom, quartzosas, com minerais máficos.

A composição granulométrica obtida em 5 ensaios apresentou variações que são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Características granulométricas das Dunas Descaracterizadas.

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm
0 a 2	80 a 87	13 a 18	0	0

As dunas fixas consistem de areias quartzosas de coloração amarelada e branca com boa seleção granulométrica entre areia média e fina.

A análise granulométrica executada em 2 amostras deste material apresentaram valores mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 - Características granulométricas das Dunas Fixas.

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm
0 a 1	99 a 100	0	0	0

As dunas móveis apresentam granulometria média a fina, sendo evidenciado que localmente e superficialmente ocorrem grãos de tamanho de areia grossa e grânulos.

A análise granulométrica executada em 2 amostras deste material apresentaram valores mostrados na Tabela 9.

Tabela 9 - Características granulométricas das Dunas Móveis

% Silte + Argila	% Areia fina	% Areia média	% Areia grossa	% Pedregulho
< 0.075mm	0.075 - 0.42 mm	0.42 - 2.0 mm	2.0 - 4.8 mm	> 4.8 mm
0 a 1	69 a 96	4 a 30	0	0

4 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E CARTA DE SUSCETIBILIDADE E RISCO POTENCIAL A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES

No Município de Natal existem três (03) sistemas aquíferos, Moreira (2002), assim distribuídos, da base para o topo: o primeiro formado por arenitos com cimento carbonático (“arenitos calcíferos”), geralmente compactos, que constituem o Aquífero Infra-Barreiras; o segundo, constituído por clásticos continentais, com granulometria e cores variáveis pertencentes à Formação Barreiras, caracterizando o Aquífero Barreiras e, por fim, uma seqüência arenosa pertencente à Formação Potengi sendo capeada por areias quartzosas, de granulometria fina e de origem eólica (Dunas) que formam o Aquífero Dunas-Potengi.

Na elaboração da Carta Geotécnica de Suscetibilidade e Risco Potencial, onde neste último se caracteriza a susceptibilidade juntamente com a vulnerabilidade pela presença do elemento em risco seja em termos de vidas humanas e infraestruturas (Figura 5). Note-se que para a elaboração de carta de risco é necessária à análise integrada dos processos do meio físico com aspectos de uso e ocupação do solo. E o risco só existe onde há ocupação do solo, o termo potencial foi associado ao termo risco pelo fato da avaliação de risco ter sido qualitativa e não quantitativa como estabelecido pelo JTC-1. Desta forma avaliaram-se: tipo de material inconsolidado, características do substrato geológico, características geomorfológicas, profundidade do nível d’água do aquífero Dunas-Potengi e Barreiras, existência de habitações precárias, presença de esgotos domésticos, estrutura de drenagem de águas pluviais e Carta de Declividade, onde se constata que boa parte da área de Natal apresenta Risco Potencial a Inundações médio e alto.

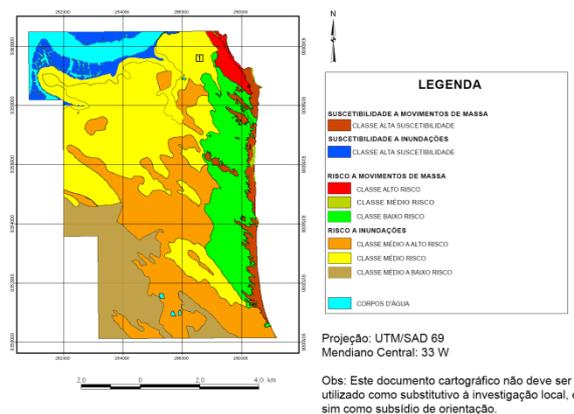


Figura 5. Carta Geotécnica de Suscetibilidade e Risco Potencial a Deslizamentos e Inundações. Notar Área 1, que corresponde à localização da Figura 6.

Destacam-se com menor Risco Potencial a Inundações, o Setor Sudoeste (San Vale – “Médio a Baixo Risco Potencial”).

No geral o Risco Potencial a Inundações nas áreas de tabuleiros (“Médio Risco Potencial”), com espessuras da zona não saturada da ordem de 8 a 15 metros (Figura 6), aumenta no sentido

das Dunas Descaracterizadas (“Médio a Alto Risco Potencial”). Nas depressões, cujas cotas são inferiores a 30 metros, as espessuras da zona não saturada são da ordem de 3 a 8 metros. Quanto mais próxima da superfície do terreno está à superfície freática, tanto maior é o Risco Potencial a Inundações.



Figura 6. Inundações na Avenida Hermes da Fonseca, esquina com a Rua Açú (Área 1, Figura5). Classe Médio Risco Potencial a Inundações.

5 CONCLUSÕES

A unidade aflorante mais antiga consiste dos sedimentos terciários/quaternários da Formação Barreiras, seguidos dos sedimentos quaternários da Formação Potengi, “beach-rocks”, dunas fixas, dunas descaracterizadas, sedimentos aluvionares e de mangues, praias e dunas móveis. Na área foram definidos dois sistemas de aquíferos: Dunas-Potengi (Livre) e Barreiras, sob condições de semi-confinamento.

Durante ou após a estação chuvosa, as dunas mostram-se saturadas em água, com exposição da superfície piezométrica da unidade aquífera Dunas-Potengi na forma de lagoas, podendo causar inundações. Sugere-se a infiltração das águas pluviais nos próprios lotes, possibilitando a redução de vazões de pico a valores compatíveis com os encontrados antes da urbanização, para que as consequências da urbanização não sejam transportadas para jusante, sendo realizado seu controle na fonte.

Os resultados apresentados na Carta Geotécnica de Suscetibilidade e Risco Potencial

a Deslizamentos e Inundações sintetiza um suporte técnico para o planejamento das ações governamentais de controle e proteção da população e infraestruturas urbanas e dos recursos naturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INPE-CRN (MCTIC) e Ministério das Cidades (MCID).

REFERÊNCIAS

- Barbosa, J. A. (2004) *Evolução da Bacia Paraíba durante o maastrichitiano-paleoceno – Formações Gramame e Maria Farinha*, NE do Brasil. Dissertação Mestrado, Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE, Recife.
- Câmara, G., Souza, R. C. M., Freitas, U. M. & Garrido, J. C. P. 1996. *SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling*. Computers & Graphics, v.20, n.3, p.395-403.
- Duarte, M. I. de M. (1995) *Mapeamento Geológico e Geofísico do Litoral Leste do RN: Grande Natal (Área 1)*. Rel. Grad, UFRN-DG. (Inédito).
- Fell, R., Corominas, J., Bonnard, C., Cascini, L., Leroi, E. & Savage, B. (2008) Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning. *Engineering Geology* 102, pp. 85-98. Strategy for Disaster Reduction (ISDR). Secretariat.
- Macedo, E. S. De, Bressani, L. A. (Coords.) (2013) *Diretrizes para o zoneamento da suscetibilidade, perigo e risco de deslizamentos para planejamento do uso do solo*. São Paulo: ABGE, 88 p.
- Moreira, M. M. (1996) *Mapeamento Geotécnico do Município de Natal-RN e Áreas Adjacentes*, Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-028A/96, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade de Brasília, Brasília-DF. 148p.
- Moreira, M.M. (2002) *Mapeamento Geotécnico e Reconhecimento dos Recursos Hídricos e do Saneamento da Área Urbana do Município de Natal-RN: Subsídios para o Plano Diretor*, Tese de Doutorado, Publicação G.TD-11A/2002, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 282 p.
- Santos, E. J. (1996) *Ensaio preliminar sobre terrenos e tectônica acrescionária na Província Borborema*, In: SBG, Con. Bras. Geol., 39, Salvador, Anais, 6:47- 50.