

APRESENTAÇÃO

Este Relatório Técnico apresenta as duas cartas geotécnicas que compõem o resultado da Cartografia Geotécnica de Aptidão Urbana, na escala 1:10.000 (CGU), de Angra dos Reis, desenvolvida pelo Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos do Serviço Geológico do Rio de Janeiro, o DRM-RJ. Elas substituem as “CGUs da PANGEA” entregues pelo DRM-RJ em Junho de 2014 e devem constituir, a partir de sua divulgação, as “CGUs do DRM”.

Trata-se da Carta Geológico-Geotécnica Específica sobre Escorregamentos de Angra dos Reis (CGUi) e da Carta Geotécnica de Aptidão Urbana Específica quanto ao Potencial de Ocorrência de Escorregamentos (CGUf) de Angra dos Reis. Elas derivam da complementação e da retificação das “CGUs da PANGEA”, e, respectivamente, diagnosticam a distribuição, a tipologia e as causas dos escorregamentos, e definem o potencial de ocorrência de escorregamentos que podem afetar o município no futuro.

O aproveitamento das informações da CGU do DRM, e a sua aplicação pelos potenciais usuários – planejadores do uso do solo, defesa civil municipal e outros –, pressupõem o entendimento e o respeito aos seus objetivos, à sua metodologia e à sua escala:

- (i) **Objetivo:** constituir um Plano de Informações sobre as limitações do meio físico quanto ao seu potencial de ocorrência de escorregamentos nas encostas, ou seja, representar, apesar das suas limitações em termos de probabilidade temporal de ocorrência e capacidade destrutiva dos escorregamentos potenciais, um estágio intermediário entre uma Carta de Susceptibilidade e uma Carta de Perigo;
- (ii) **Metodologia:** compartimentar o território em unidades geológico-geotécnicas e organizar um Inventário de Escorregamentos Ocorridos e de Escorregamentos Potenciais, e a partir deles, com base numa análise estatística simples e numa análise subjetiva calcada em intenso mapeamento de campo, estabelecer os inícios, as trajetórias e os alcances potenciais dos escorregamentos no futuro; e classificar, qualitativamente, os setores de encostas quanto ao grau de potencial de ocorrência de escorregamentos;
- (iii) **Escala:** gerar e interpretar informações e dados geotécnicos na escala 1:10.000, considerada adequada, hoje, para o planejamento de ações preventivas contra desastres associados a escorregamentos e para a avaliação inicial e preliminar do risco de acidentes associados a escorregamentos.

1. INTRODUÇÃO

O DRM-RJ entregou à Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, via Ofício nº. 220/14, em Junho de 2014, os produtos da Cartografia Geotécnica de Aptidão Urbana desenvolvida entre Setembro de 2013 e Maio de 2014, sob sua supervisão, pela PANGEA Ltda. Composta por três mapas - um cadastral, um específico e um analítico – e um Texto Explicativo, a “CGU da PANGEA” foi apresentada como um “produto técnico não finalizado, que teria seu conteúdo refinado e estendido a toda a área do município pela equipe do DRM-RJ”.

O objetivo do DRM-RJ com a entrega do “produto técnico não finalizado” foi antecipar a sua análise por parte dos técnicos municipais e a discussão sobre a sua aplicação na revisão do Plano Diretor Municipal e como fonte de consulta para o trabalho diário de licenciamento e aprovação de projetos de parcelamento do solo urbano. Outro objetivo foi abrir a possibilidade de críticas e sugestões ao DRM-RJ durante a fase de finalização do produto.

O DRM-RJ procedeu ao refinamento e à complementação da “CGU da PANGEA”. O refinamento se impôs porque o DRM-RJ acumula hoje um conhecimento sobre os escorregamentos e suas condicionantes, que pode e deve ser incorporado às cartas geotécnicas de forma a garantir a sua consistência técnica. Já a complementação se impôs porque se observou que a definição do potencial de ocorrência de escorregamentos não era importante apenas para as áreas que haviam sido identificadas pelo DRM-RJ como de expansão urbana premente, mas para todo o território municipal, em função da diversidade de demandas referentes ao uso do solo feitas à (e pela) Prefeitura Municipal.

Além de garantir um cuidado maior em relação ao conteúdo e à forma das CGUs, a fase de refinamento permitiu também a eliminação e/ou a correção de informações inseridas indevidamente nas “CGUs da PANGEA”. Com estas modificações, pautadas na homogeneização de conceitos e de critérios, e com a transformação e a edição das novas cartas geotécnicas, espera o DRM-RJ ter alcançado um produto mais adequado a sua atribuição, ou seja, uma Carta Geotécnica de Aptidão Urbana baseada especificamente no potencial de ocorrência de escorregamentos destrutivos no futuro, em toda a área do município, sem distinção de áreas consolidadas, de expansão urbana ou áreas rurais.

Naturalmente, para constituir uma Carta de Aptidão Urbana genérica, as “CGUs do DRM” devem ser complementadas por informações de outros processos – p. ex. inundações -, e de outros fatores do meio físico e do meio antrópico, cuja atribuição e responsabilidade envolvem outros órgãos estaduais e a própria prefeitura municipal.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS BÁSICOS DA CGU DO DRM

Basicamente a metodologia de preparação das CGUs do DRM se apoia fundamentalmente nestas etapas:

(1) Oficina Técnica

Oficinas Técnicas de 01 dia inteiro, realizada no dia 07/10/13, teve o objetivo a apresentação da proposta da CGU, e para levantamento de dados sobre a distribuição e a frequência dos escorregamentos e de informações sobre os vetores de expansão urbana (Tabela I).

Tabela I. Locais indicados em Oficina Técnica como áreas de interesse para a Cartografia Geotécnica de Aptidão Urbana.

Áreas de Expansão				
Ponto	ID	Localização	Coord (WGS 84)	
			X	Y
1	AR-OT-001	Banqueta 1	574.486	7.460.801
2	AR-OT-002	Banqueta 2	574.379	7.460.655
3	AR-OT-003	Banqueta 3	575.407	7.459.681
4	AR-OT-004	Banqueta 4	575.240	7.459.897
5	AR-OT-005	Cantagalo 1	585.135	7.453.410
6	AR-OT-006	Cantagalo 2	583.409	7.454.719
7	AR-OT-007	Cantagalo 3	583.579	7.454.795
8	AR-OT-008	Cantagalo 4	584.447	7.453.087
9	AR-OT-009	Caputera II	581.232	7.458.624
10	AR-OT-010	Caputera I 1	580.759	7.459.998
11	AR-OT-011	Caputera I 2	579.819	7.458.591
12	AR-OT-012	Lambicada	577.020	7.457.209
13	AR-OT-013	Frade 1	556.890	7.461.448
14	AR-OT-014	Frade 2	557.601	7.460.952
15	AR-OT-015	Gambôa do Bracuí	560.095	7.463.211
16	AR-OT-016	Santa Rita do Bracuí 1	561.064	7.463.539
17	AR-OT-017	Santa Rita do Bracuí 2	561.412	7.463.462
18	AR-OT-018	Santa Rita do Bracuí 3	561.421	7.463.650
19	AR-OT-019	Santa Rita do Bracuí 4	561.308	7.463.694
20	AR-OT-020	Santa Rita do Bracuí 5	561.098	7.463.710
21	AR-OT-021	Santa Rita do Bracuí 6	560.899	7.463.906
22	AR-OT-022	Santa Rita do Bracuí 7	560.898	7.463.889
23	AR-OT-023	Sertão do Bracuí 1	560.212	7.466.856
24	AR-OT-024	Sertão do Bracuí 2	560.446	7.466.984
25	AR-OT-025	Sertão do Bracuí 3	562.510	7.466.087
26	AR-OT-026	Sertão do Bracuí 4	563.454	7.465.463
27	AR-OT-027	Sertão do Bracuí 5	563.447	7.465.444
28	AR-OT-028	Japuiba	574.176	7.459.231
29	AR-OT-029	Areal	572.669	7.458.170
30	AR-OT-030	Pontal	569.742	7.461.423
31	AR-OT-031	Ariró 1	568.522	7.469.996
32	AR-OT-032	Ariró 2	568.250	7.468.910
33	AR-OT-033	Ariró 3	570.337	7.468.112
34	AR-OT-034	Zungu 1	572.646	7.468.886
35	AR-OT-035	Zungu 2	573.933	7.468.354
36	AR-OT-036	Zungu 3	577.249	7.470.526
37	AR-OT-037	Camorim	575.554	7.457.343

Áreas de Expansão				
Ponto	ID	Localização	Coord (WGS 84)	
			X	Y
38	AR-OT-038	Camorim Pequeno 1	573.756	7.455.635
39	AR-OT-039	Camorim Pequeno 2	573.741	7.455.738

(2) Aproveitamento de documentos básicos já disponíveis:

(i) a base topográfica da Ampla SA, na escala 1:10.000, apesar da mesma não estar validada ou editada, possuir um erro de até 4m, exibir curvas de nível não suavizadas nem ortogonalizadas em cortes de rios e estradas, e não expor drenagens, vias e toponímias;

(ii) O município de Angra dos Reis está inserido no contexto da Faixa Ribeira, composto por rochas ígneas e metamórficas de idades mesoproterozóicas e neoproterozóicas, intrudidas por granitos orogênicos e pós-orogênicos, a geologia regional da área é composta por:

- A unidade Santo Eduardo, que é o litotipo mais abundante na área de estudo, é formada por migmatitos e gnaisses de granulação média a grossa de coloração cinza escura com foliação incipiente a pronunciada, apresenta textura granoblástica a porfiroblástica com inclusões locais de metabasitos e rochas calciosilicáticas;
- A unidade Rio Negro e o granito Mangaratiba ocorrem na porção leste da área na divisa com a cidade de Mangaratiba. A unidade Rio Negro é composta por migmatitos com paleossoma gnáissico com biotita (-anfibiólio) e neossoma granitóide de textura fina a média (por vezes pegmatóide), que localmente transiciona para biotita (-muscovita) granito acinzentado, com foliação incipiente, textura fina a média e aspecto porfiroclástico. Gnaisses xistosos com intercalações de camadas de quartzito também compõem essa unidade;
- O granito Mangaratiba ocorre intrudido na Unidade Rio Negro. Essa unidade é formada por um biotita-granito cinza claro, de granulação média, maciço a discretamente foliado. Em associação a essa litologia ocorrem variedades porfiríticas e enclaves mesocráticos de composição tonalítica;
- O granito Mambucaba, pós-orogênico, ocorre na porção oeste da área na forma de intrusões na Unidade Santo Eduardo. As intrusões são granitos leuco a mesocráticos, com biotita de granulometria média, isotrópico, contendo esparsos fenocristais tabulares. Localmente, essas rochas apresentam-se pegmatóides grosseiras e irregulares;
- O granito pós-orogênico Angra dos Reis (CPRM 2007) ocorre em área muito restrita do município, onde a serra, na porção centro-sul, praticamente atinge o limite continental do município, na Baía da Ilha Grande;

- A unidade Quartenário ocorre nas planícies flúvio-marinhas instaladas no litoral e nas planícies de inundação nas áreas de várzea. Essa unidade é formada por sedimentos inconsolidados, constituídos por areias e argilas, às vezes feldspáticos, com ou sem matéria orgânica, localmente com concentrações de conchas, areias quartzosas marinhas, de cordões litorâneos e cúspides de lagunas, por vezes associadas a depósitos de conchas calcárias, relativamente bem selecionadas, com tonalidades esbranquiçadas, amareladas (contém traços de minerais pesados – ilmenita, zircão e monazita) e acinzentadas escuras, ricas em minerais pesados, podendo conter traços de feldspato e argila.

(3) Preparação da Carta Geotécnica intermediária (CGUi do DRM), com dois níveis de informação: (i) o mapa geológico-geotécnico; (ii) e o mapa inventário com dados sobre a tipologia, a distribuição e os fatores efetivos dos escorregamentos ocorridos. Para garantir a compartimentação geológico-geotécnica do território municipal procedeu-se à delimitação (1º pela PANGEA e depois pelo DRM-RJ) dos materiais geológicos de superfície em unidades geológico-geotécnicas, segundo a sua gênese e as características dos escorregamentos a elas associadas, e, *pari-passu*, à reunião das informações sobre os escorregamentos ocorridos em Angra dos Reis a partir do exame dos boletins de ocorrências da Defesa Civil e a um extenso trabalho de campo (1º da PANGEA e depois do DRM-RJ). Ambas as fases se basearam no preenchimento de uma ficha de campo padrão e se beneficiaram da reunião de dados existentes, das discussões em oficinas e workshops (realizado em 13/11/13) e da interpretação de fotos aéreas oblíquas tomadas em sobrevoos de helicópteros realizado em 25 - 27 de fevereiro de 2014.

(4) Preparação da Carta Geotécnica final (CGUf do DRM), com a indicação e a hierarquização das áreas de Angra dos Reis em relação ao seu potencial de ocorrência de escorregamentos no futuro, a partir da análise conjunta das informações geradas e levantadas, em ambiente SIG e sob estreito respeito ao conhecimento acumulado pelo DRM-RJ nos últimos 04 anos.

3.A CARTA GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA ESPECÍFICA PARA ESCORREGAMENTOS.

A Carta Geológico-Geotécnica Específica para Escorregamentos de Angra dos Reis (CGUi do DRM) integra a Carta Geológico-geotécnica; o Inventário de Escorregamentos ocorridos e o Cadastro dos Escorregamentos Potenciais.

3.1. O Zoneamento Geológico-geotécnico na “CGUi do DRM”

A Carta Geológico-Geotécnica Específica para Escorregamentos de Angra dos Reis, na escala 1:10.000 (CGUi do DRM), exemplificada na Figura 1 e disponibilizada em *pdf* no CD em anexo, compartimenta o meio físico em unidades geológico-geotécnicas de acordo com a gênese dos materiais superficiais e as características dos escorregamentos que estão a elas associadas. A compartimentação do território se baseou na caracterização de setores de encostas mapeados no campo, descritos em fichas padrão e ilustrados através de croquis esquemáticos (plantas), perfis longitudinais e fotos terrestres, e, no caso das áreas inacessíveis, na interpretação das fotos oblíquas de helicóptero.

A delimitação das unidades geológico-geotécnicas, representadas por cores e símbolos, não foi trivial, dada, principalmente, a grande variabilidade tanto da espessura e da textura dos solos residuais e transportados, como do grau de faturamento dos maciços rochosos. Por conta disto, procedeu-se, quando possível, à generalização - as pequenas unidades foram evitadas -, e à extrapolação baseada em observações à distância. Na maioria dos casos, também, foi dada prioridade às “unidades mais problemáticas”, ou seja, aquelas nas quais o alcance potencial e a capacidade destrutiva dos escorregamentos são maiores.

As Unidades Geológico-geotécnicas da CGUi de Angra dos Reis são:

(1) Afloramentos Rochosos (AF): correspondem às exposições rochosas contínuas nas encostas de morros e serras, típicas de trechos pouco fraturados dos maciços rochosos aflorantes, ou, subordinadamente, a faces escarpadas muito fraturadas de pedreiras de brita desativadas. Como os litotipos exercem pouca influencia na distribuição e na tipologia dos escorregamentos, ou os controla muito menos do que o grau de alteração e o grau de fraturamento dos maciços, não há necessidade de citação do tipo de rocha em cada afloramento. Ocupam 7,25km² da área de encostas, e estão associados a quedas e deslizamentos de lascas em domínios “naturais”; e, subordinadamente a quedas de blocos rochosos em pedreiras devido ao seu maior grau de fraturamento;

(2) Zonas de Concentração ou Situações Isoladas de Blocos Rochosos *in situ* (BR): correspondem a trechos ou pontos onde os matacões e blocos rochosos se encontram já individualizados e separados dos afloramentos rochosos muito fraturados sobre os quais remanesçam, e mantidos em equilíbrio devido em geral ao atrito do contato rocha-rocha. Misturados a afloramentos rochosos contínuos ou a capas de solo sobre rocha e depósitos de tálus, podem ocupar encostas com declividade $> 30^\circ$ e seções convexas, mas são mais problemáticos quando ocorrem junto às cabeceiras ou nas laterais das drenagens, já que nestes podem se deslocar por distâncias maiores. Também são encontrados na parte mais elevada de morros junto ao litoral. Ocupam 7,15km² da área de encostas de Angra dos Reis;

(3) Solos Rasos Sobre Rocha (S/R): correspondem a solos residuais com espessura da ordem de 0-2.0m, dispostos diretamente sobre a rocha sub-aflorante, e distribuídas por entre afloramentos rochosos e blocos residuais isolados *in situ*, ou depósitos de tálus. Distribuem-se por 278,06km² de encostas naturais com grande amplitude, declividade $> 30^\circ$ e, principalmente, logo a jusante da transição do topo para a encosta propriamente dita. Independentemente da sua gênese, estas capas respondem rapidamente às chuvas horárias intensas, via elevação de poro-pressão no contato solo-rocha, provocando deslizamentos rápidos que se transformam em corridas de solo com alcance de 70m e com capacidade para descalçar os blocos rochosos adjacentes;

(4) Solos Residuais Espessos (SR): correspondem aos perfis de solo com espessura superior a 2.0m, que ocupam 191,94km² da área das encostas e estão associados a deslizamentos em cortes executados em encostas. Em geral, os movimentos se iniciam como erosões superficiais, e, com a mudança brusca de forma nos períodos de chuva forte, evoluem para deslizamentos de alcance variável;

(5) Depósitos de Corrida de Massa (CMD): correspondem a grandes volumes de solo, blocos e detritos transportados ao longo de drenagens. As corridas de massa são fenômenos comuns em regiões de fundo de vale, possuem uma dinâmica híbrida regida pela mecânica das rochas e solos, alcançam velocidades médias a altas, e, conseqüentemente, apresentam grande raio de alcance mesmo em áreas planas. Os depósitos de corrida de massa ocupam 7,19Km² das áreas de vales encaixados.

(6) Depósitos de Tálus (TA): correspondem a solos transportados compostos por blocos rochosos de dimensões e formas variadas, envoltos em matriz coluvial, dispostos, de forma caótica, nas bases das encostas mais íngremes, onde estão associados a deslizamentos de solo e à queda de blocos, e/ou ocupando linhas de drenagem, nas quais podem deslizar ou se

deslocar sob a forma de corridas. Sua importância aumenta com o aumento do número e da frequência de cortes para implantação de casas ou vias de acesso. Ocupa 41,67Km² da área de encostas.

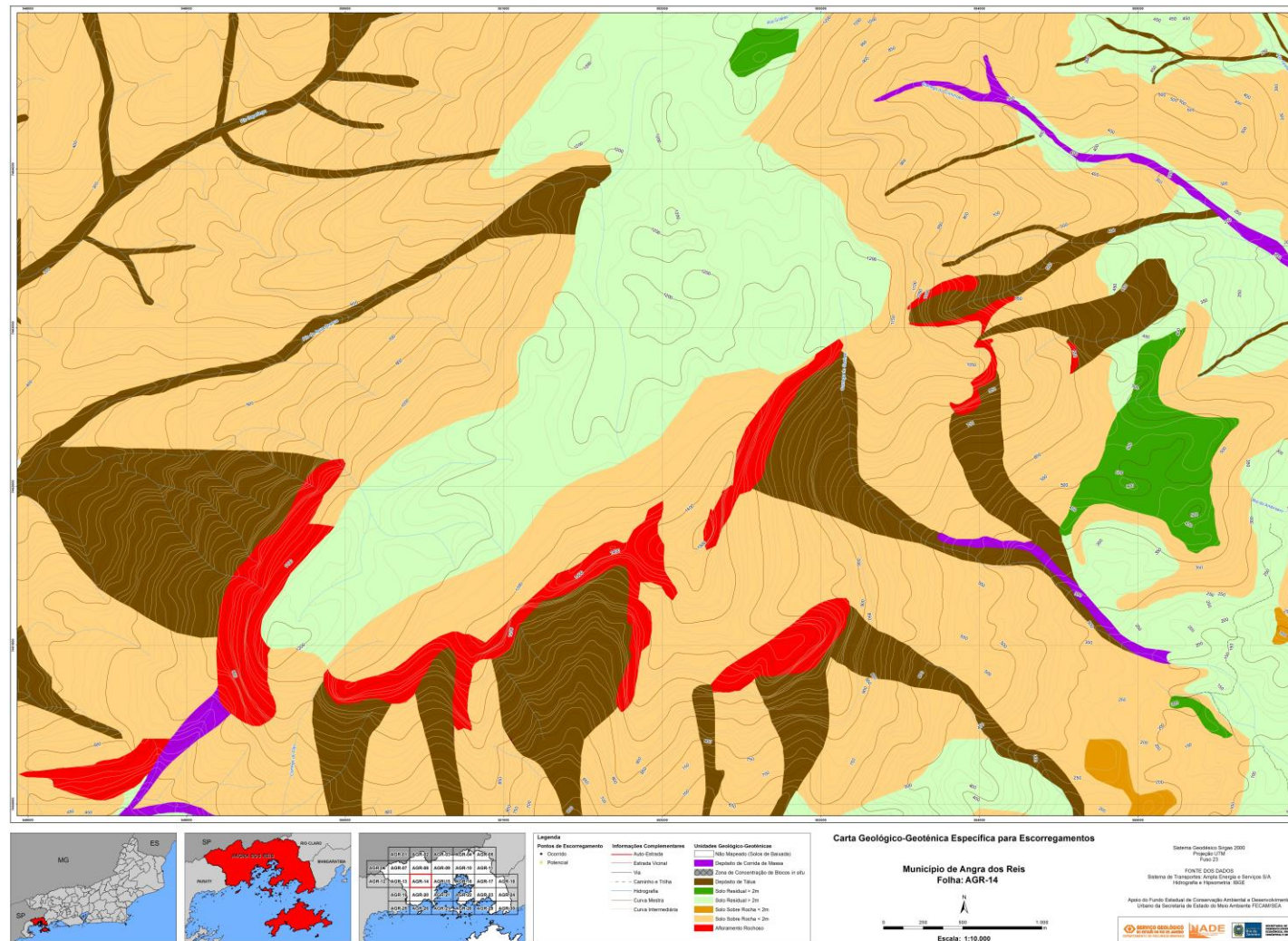


Figura 1: CGU do DRM.

3.2.O Inventário de Escorregamentos Genéricos na CGUi do DRM

As informações obtidas sobre os escorregamentos ocorridos em Angra dos Reis são mostradas na Tabela II e estão plotadas na “CGUi do DRM”. Elas incluem (i) 47 escorregamentos descritos dentro das áreas de risco alto e muito alto no mapeamento de Risco de Angra dos Reis, realizado pela CPRM (CPRM, 2011), e validado pela SEDECT de Angra dos Reis ; (ii) 24 escorregamentos descritos e analisados quanto ao risco remanescente por parte do DRM-RJ, entre 2010 a 2014; e (v) 99 escorregamentos investigados no campo pela equipe da PANGEA Ltda; a partir dos quais são obtidos dados sobre a localização geográfica, a data de elaboração do documento e o tipo genérico de processo, se envolvendo solo ou rocha.

Tabela II: Inventário dos Escorregamentos ocorridos em Angra dos Reis. P – ponto plotado na CGUi; CRD – coordenadas geográficas (Datum WGS 84); DATA – de elaboração do laudo ou relatório técnico; TIPO/MATERIAL/CAUSA – DS – deslizamento de solo; DAS – deslizamento de solo e aterro; DTA – deslizamento em depósito de talus; DR – deslizamento de lasca rochosa , a - alterada; DSR - deslizamento de solo e rocha; DS/R – deslizamento de solo sobre rocha; QB – queda de blocos rochosos ou lascas rochosas; CMD – Corrida de Massa de Detritos; N – talude natural; C – talude de corte; A – talude de aterro.

P	FONTE	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO/CAUSA
1	DRM	570715	7456667	Morro da Glória II	01/01/2010	DS/N
2	DRM	570986	7456889	Morro da Glória II	01/01/2010	DS/N-A
3	DRM	570921	7456977	Morro da Glória II	01/01/2010	DS
4	DRM	570722	7456812	Morro da Glória II	01/01/2010	DS
5	DRM	570488	7456635	Morro da Glória	01/01/2010	DTA/N
6	DRM	571076	7457795	Encruzo da Enseada	01/01/2010	DS/C
7	DRM	570956	7455698	Morro do Tatu	01/01/2010	DS/C
8	DRM	570831	7455741	Morro do Tatu	01/01/2010	DS/C
9	DRM	570798	7455884	Morro do Tatu	01/01/2010	DS/C
10	DRM	572342	7455703	Sapinhatuba II	01/01/2010	DS-QB
11	DRM	572826	7456095	Sapinhatuba II	01/01/2010	DS/C
12	DRM	569287	7455315	Morro da Carioca	01/01/2010	DSR
13	DRM	570042	7455934	Morro do Carmo	01/01/2010	DSR
14	DRM	570722	7456812	Ladeira São Felipe	02/01/2010	DS/N
15	DRM	569461	7455885	Morro StoAntonio II	01/01/2010	DSR
16	DRM	570455	7455652	Morro da Fortaleza	01/01/2010	DS
17	DRM	570400	7456202	Morro do Perez	01/01/2010	DS
18	DRM	572040	7456195	Morro do Sapiatuba I	01/01/2010	DS
19	DRM	571986	7456028	Monte Castelo (Sapiatuba2)	01/01/2010	DS
20	DRM	571160	7457105	Morro da Cruz	01/01/2010	DS
21	DRM	571712	7454309	Condomínio Marinas	01/01/2010	DS
22	DRM	572276	7455147	Praia do Jardim	01/01/2010	DS
23	DRM	572738	7455503	Sapiatuba3	01/01/2010	DS

P	FONTE	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO/CAUSA
24	DRM	573788	7455772	Camorim Pequeno	01/01/2010	DS
25	PANGEA	574933	7456441	-	16/12/2013	DTA-QB/N-C
26	PANGEA	579099	7458327	-	16/12/2013	DS/N-C
27	PANGEA	581280	7458637	-	17/12/2013	DS/N-C
28	PANGEA	580550	7458120	-	17/12/2013	DS/N
29	PANGEA	580521	7458157	-	17/12/2013	DS/N
30	PANGEA	579479	7455260	-	18/12/2013	DS/C
31	PANGEA	580059	7455383	-	18/12/2013	DS/N-C
32	PANGEA	579863	7454743	-	18/12/2013	DS/N-C
33	PANGEA	579200	7455976	-	18/12/2013	DS/N-C
34	PANGEA	578487	7455213	-	18/12/2013	DS/N-C
35	PANGEA	572958	7468994	-	18/12/2013	DS/N
36	PANGEA	573135	7468897	-	18/12/2013	DS/N
37	PANGEA	574228	7468865	-	19/12/2013	DS/N-C
38	PANGEA	556872	7461435	-	19/12/2013	DS/N-C
39	PANGEA	557175	7460131	-	19/12/2013	DS/N-C
40	PANGEA	572073	7457853	-	16/12/2013	DS/N-C
41	PANGEA	572677	7458176	-	16/12/2013	CMD-DS/N
42	PANGEA	572449	7458449	-	16/12/2013	DS/N-C
43	PANGEA	571772	7461073	-	17/12/2013	DS/N
44	PANGEA	570239	7462553	-	17/12/2013	DS/N-C
45	PANGEA	573088	7460795	-	16/12/2013	DS-QB/N-C
46	PANGEA	572350	7461210	-	16/12/2013	DS/N-C
47	PANGEA	571810	7460486	-	16/12/2013	DS/N
48	PANGEA	571960	7460483	-	16/12/2013	DS/N
49	PANGEA	574799	7461016	-	16/12/2013	DS/N-C
50	PANGEA	572192	7455927	-	17/12/2013	DS/N
51	PANGEA	573929	7455967	-	18/12/2013	DS/N-C
52	PANGEA	570974	7456899	-	18/12/2013	DS/N-C
53	PANGEA	569620	7455773	-	18/12/2013	DS/C
54	PANGEA	561426	7463530	-	19/12/2013	DS/N-C
55	PANGEA	561196	7463668	-	19/12/2013	DS/N
56	PANGEA	560947	7463888	-	19/12/2013	CMD/N
57	PANGEA	560900	7463893	-	19/12/2013	CMD/N
58	PANGEA	560172	7463368	-	19/12/2013	DS/N
59	PANGEA	559858	7463152	-	19/12/2013	DS/N
60	PANGEA	563457	7465457	-	19/12/2013	DS/N-C
61	PANGEA	575462	7457048	Camorim	14/03/2014	DS/C
62	PANGEA	579156	7457423	Caputera II	14/03/2014	DS/C
63	PANGEA	580214	7457874	Morro do Moreno	14/03/2014	DS/N
64	PANGEA	578440	7457761	Morro do Moreno	14/03/2014	DS/C
65	PANGEA	580696	7459921	Caputera	14/03/2014	DS/N
66	PANGEA	580537	7459632	Caputera II	14/03/2014	DSSR/N

P	FONTE	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO/CAUSA
67	PANGEA	579965	7458690	Caputera	14/03/2014	DSR/C
68	PANGEA	579874	7458566	Caputera	14/03/2014	DS/C
69	PANGEA	580479	7458018	Caputera	14/03/2014	DS/C
70	PANGEA	580449	7455504	Monsuaba	14/03/2014	DS/C
71	PANGEA	583649	7454250	Cantagalo	14/03/2014	DSR/N
72	PANGEA	584850	7453214	Cantagalo	14/03/2014	DS/C
73	PANGEA	584824	7453081	Cantagalo	14/03/2014	DS/N-C
74	PANGEA	585052	7452732	Garacutaia	14/03/2014	DS/C
75	PANGEA	573209	7469737	Zungu	14/03/2014	DS/C
76	PANGEA	572178	7468883	Zungu	15/03/2014	DS/C
77	PANGEA	571833	7468940	Zungu	15/03/2014	DSR/C
78	PANGEA	556886	7461464	Sertãozinho do Frade	12/03/2014	DS/C
79	PANGEA	557224	7460203	Frade	12/03/2014	DAS/N
80	PANGEA	557322	7460010	Frade	12/03/2014	DS/N
81	PANGEA	567001	7467195	Ariró	13/03/2014	DS/C
82	PANGEA	571743	7457639	Areal	10/03/2014	DS/N-C
83	PANGEA	572018	7457847	Areal	10/03/2014	DS/N
84	PANGEA	572158	7458034	Areal	10/03/2014	DS/C
85	PANGEA	572778	7458405	Areal	10/03/2014	DS/N
86	PANGEA	572400	7458183	Areal	10/03/2014	DS/C
87	PANGEA	572739	7458394	Areal	10/03/2014	DS/C
88	PANGEA	571895	7461103	Gamboa	11/03/2014	DS/N
89	PANGEA	571560	7461181	Gamboa	11/03/2014	DS/N
90	PANGEA	571624	7461352	Gamboa	11/03/2014	DTA-QB/C
91	PANGEA	571546	7461419	Gamboa	11/03/2014	DTA/C
92	PANGEA	571725	7460767	Gamboa	11/03/2014	DS/C
93	PANGEA	571581	7460525	-	11/03/2014	DS/N
94	PANGEA	569749	7461422	Pontal	11/03/2014	DSSR/N
95	PANGEA	569970	7462463	Pontal	11/03/2014	DS/C
96	PANGEA	570481	7462668	Pontal	11/03/2014	DS/N-C
97	PANGEA	570705	7462762	Pontal	11/03/2014	DS/N
98	PANGEA	573092	7460784	Belem	10/03/2014	DSR-QB/N
99	PANGEA	573049	7461686	Belem	10/03/2014	DS/N-C
100	PANGEA	571908	7460527	Belem	10/03/2014	DS/N
101	PANGEA	572451	7460571	Areal	10/03/2014	DS/C
102	PANGEA	574420	7460112	Banqueta	14/03/2014	DS/N
103	PANGEA	574177	7460138	Banqueta	14/03/2014	DS/C
104	PANGEA	572530	7455153	Morro da Torre	10/03/2014	DS/N
105	PANGEA	572030	7455787	Sapinhatuba1	10/03/2014	DSSR/N
106	PANGEA	571850	7456308	Sapinhatuba1	10/03/2014	DS/C
107	PANGEA	571953	7455987	Sapinhatuba1	10/03/2014	DS/C
108	PANGEA	573857	7455582	Camorim Pequeno	09/03/2014	DS/C
109	PANGEA	574047	7455828	Camorim Pequeno	09/03/2014	DTA/N

P	FONTE	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO/CAUSA
110	PANGEA	574091	7455608	Camorim Pequeno	09/03/2014	DAS/A
111	PANGEA	570937	7455640	Centro	09/03/2014	DAS/A
112	PANGEA	570189	7455829	Morro do Carmo	09/03/2014	DAS/N
113	PANGEA	569286	7455301	Morro da Carioca	09/03/2014	DSSR-QB/N
114	PANGEA	561296	7463688	Santa Rita do Bracui	12/03/2014	DS/N
115	PANGEA	561204	7463671	Santa Rita	12/03/2014	DS/N
116	PANGEA	561431	7463547	Santa Rita do Bracui	12/03/2014	DS/N
117	PANGEA	559822	7463129	Gamboa do Bracuí	12/03/2014	DS/N
118	PANGEA	559963	7463293	Gamboa do Bracuí	12/03/2014	DS/N
119	PANGEA	560171	7463376	Gamboa do Bracuí	12/03/2014	DS/N
120	PANGEA	562895	7464529	Bracuí	13/03/2014	DS/N
121	PANGEA	562678	7465061	Bracuí	13/03/2014	DSR-QB/C
122	PANGEA	561379	7464966	Bracuí	13/03/2014	DS/N
123	PANGEA	549227	7456095	Mambucaba	13/03/2014	DSR-QB/C
124	PANGEA	547888	7455942	Mambucaba	13/03/2014	DS/C
125	CPRM	584122	7453197	Cantagalo	12/11	DTA/C-A
126	CPRM	584645	7453052	Cantagalo	12/11	DS/C-A
127	CPRM	584906	7452889	Cantagalo	12/11	DS/N
128	CPRM	580080	7455377	Monsuaba	12/11	DS/C
129	CPRM	579324	7453769	Paraíso	12/11	DS/N
130	CPRM	577380	7450704	Ponta Leste	12/11	DS/N
131	CPRM	578184	7457862	Morro do Moreno	12/11	DTA-QB/N
132	CPRM	579141	7456020	Água Santa	12/11	DS-QB/N
133	CPRM	576822	7457543	Lambicada	12/11	DS/C-A
134	CPRM	576281	7456255	Praia do Machado	12/11	DS/TA
135	CPRM	576736	7456622	Praia do Machado	12/11	DTA-QB/N
136	CPRM	572776	7456037	Monte Castelo	12/11	DS/N
137	CPRM	572143	7455177	Marinas	12/11	DS-QB/N
138	CPRM	571693	7454321	Marinas	12/11	DTA/N
139	CPRM	570907	7456790	Balneário/Morro da Glória II/Morro da Cruz	12/11	DS-QB/N-C-A
140	CPRM	570656	7456890	Morro do Perez/Morro da Glória/Morro da Glória II	12/11	DS-QB/N
141	CPRM	570461	7456133	Morro do Perez	12/11	DS
142	CPRM	570820	7455987	Morro do Tatu	12/11	DS/C-A
143	CPRM	570034	7455934	Morro do Carmo/Morro da Caixa D'água/Morro Santo Antônio/Morro do Abel	12/11	DS-DTA/C-A
144	CPRM	570448	7455721	Morro da Fortaleza	12/11	DS/C-A
145	CPRM	569386	7454957	Morro do Abel	12/11	DS/C-A
146	CPRM	585527	7440199	Ilha Grande - Abraão	12/11	CMD-DTA/N
147	CPRM	576503	7444148	Ilha Grande - Bananal	12/11	DS/N
148	CPRM	574044	7442707	Ilha Grande - Praia de Passa Terra	12/11	DS/N
149	CPRM	569213	7439254	Ilha Grande -Araçatiba	12/11	DTA-QB/N

P	FONTE	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO/CAUSA
150	CPRM	566724	7438394	Ilha Grande -Praia Vermelha	12/11	DTA-QB/N
151	CPRM	566492	7438409	Ilha Grande -Praia Vermelha	12/11	DTA-QB/N
152	CPRM	567614	7435216	Ilha Grande -Praia de Provetá	12/11	DTA-QB/C-A
153	CPRM	566828	7436083	Ilha Grande -Praia de Provetá	12/11	DTA/C-A
154	CPRM	570913	7457518	Campo Belo - Morro da Cruz	12/11	DTA-QB/N-C-A
155	CPRM	572117	7457997	Areial - Tijolito	12/11	CMD-DSR/N-C-A
156	CPRM	571686	7460039	Divinéia - Morro das Velhas	12/11	DS/C-A
157	CPRM	572326	7459573	Morro da Banqueta	12/11	DTA/C-A
158	CPRM	572201	7459788	Jacuíba	12/11	DTA/C-A
159	CPRM	573146	7461534	Parque Belém	12/11	CMD-DSR/N-C-A
160	CPRM	573232	7460936	Belém	12/11	DTA/N-C-A
161	CPRM	572173	7460057	Belém - Rua São Mateus	12/11	DS/N-C-A
162	CPRM	571655	7461431	Gamboa do Belém	12/11	DTA-QB/N-C-A
163	CPRM	571917	7461110	Gamboa do Belém	12/11	DS/N-C-A
164	CPRM	564044	7464447	Itanema	12/11	DS/N-C-A
165	CPRM	560176	7463389	Gamboa do Bracuí	12/11	CMD/N-C-A
166	CPRM	556872	7461457	Sertãozinho do Frade	12/11	CMD-DSR/N-C-A
167	CPRM	557423	7461124	Sertãozinho do Frade - Morro da Constância	12/11	CMD-DSR/N-C-A
168	CPRM	556855	7460332	Frade - Morro da Pedreira	12/11	DTA/N-C-A
169	CPRM	556751	7460723	Frade - Morro da Constância	12/11	CMD-DTA/N-C-A
170	CPRM	557219	7456217	Piraquara	12/11	DTA/N-C-A
171	CPRM	548092	7455875	Perequê	12/11	DTA-QB/N
172	CPRM	549018	7455881	Perequê	12/11	QB/N

3.3. O Cadastro de Escorregamentos Potenciais na CGUi do DRM

Os setores de encostas com potencial elevado de ocorrência ou recorrência de escorregamentos foram identificados e mapeados no campo pela equipe técnica da PANGEA Ltda e depois ratificados pela equipe do DRM-RJ, plotados na “CGUi do DRM”. Os dados são mostrados na tabela III, e naturalmente se concentram nos bairros e distritos de Angra dos Reis indicados nas oficinas técnicas, como de Potencial Expansão Urbana no futuro.

Tabela III: Inventário dos setores identificados e analisados como com potencial de ocorrência pontual de escorregamentos futuros. P – ponto plotado na CGUi; CRD – coordenadas geográficas (Datum WGS 84); DATA – de mapeamento no campo; TIPO/MATERIAL/CAUSA – DS – deslizamento de solo; DAS – deslizamento de solo e aterro; DTA – deslizamento em depósito de tálus; DR – deslizamento de lasca rochosa, a - alterada; DSR - deslizamento de solo e rocha; DS/R – deslizamento de solo sobre rocha; QB – queda de blocos rochosos ou lascas rochosas; CMD – Corrida de Massa de Detritos; N – talude natural; C – talude de corte; A – talude de aterro.

P	CODIGO	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO / CAUSA
1	RT AGR 10 04 01	572195	7455860	Sapinhatuba II	05/01/2010	QB
2	RT AGR 10 04 02	572026	7455828	Sapinhatuba II	05/01/2010	QB/C
3	RT AGR 10 04 03	572448	7454487	Condomínio Mombaça	05/01/2010	DS/N
4	RT AGR 10 04 04	576732	7456641	Praia do Machado	05/01/2010	DTA/N
5	RT AGR 10 04 05	579657	7455491	Morro do Martelo	05/01/2010	DS
6	AR-AC-001-P03-E	575243	7456687	-	16/12/2013	DS/C
7	AR-AC-001-P05-D	575133	7457155	-	16/12/2013	DSR-QB/N
8	AR-AC-002-P04-E	578771	7457961	-	16/12/2013	DS/N-C
9	AR-AC-003-P01-F	580917	7460093	-	17/12/2013	QB/N
10	AR-AC-003-P04-E	580718	7459700	-	17/12/2013	DS/N
11	AR-AC-003-P05-E	580371	7459412	-	17/12/2013	DS/N
12	AR-AC-006-P03-E	579136	7456322	-	18/12/2013	DS/N
13	AR-AC-007-P01-H	583484	7454647	-	18/12/2013	CMD-DS/N
14	AR-AC-007-P02-H	583516	7454436	-	18/12/2013	CMD-DS/N
15	AR-AC-007-P03-E	583672	7454193	-	18/12/2013	DS/N
16	AR-AC-007-P04-H	583859	7453714	-	18/12/2013	DS/N-C
17	AR-AC-007-P05-G	583900	7453638	-	18/12/2013	CMD-DS/N
18	AR-AC-007-P06-C	584161	7453498	-	18/12/2013	QB/N
19	AR-AC-008-P01-E	573237	7470053	-	18/12/2013	DS/N
20	AR-AC-008-P06-E	573254	7469928	-	18/12/2013	DS/N-C
21	AR-AC-009-P03-E	574556	7469014	-	19/12/2013	DS/N-C
22	AR-AC-009-P05-E	574054	7468808	-	19/12/2013	DS/N
23	AR-AC-010-P03-E	557325	7460834	-	19/12/2013	DS/N-C
24	AR-AC-010-P07-C	556835	7460776	-	19/12/2013	DSR-QB/N-C
25	AR-AC-011-P03-E	568272	7468493	-	18/12/2013	DS/N
26	AR-AC-011-P04-C	568504	7468402	-	18/12/2013	DS/N

P	CODIGO	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO / CAUSA
27	AR-AC-011-P05-B	568770	7467253	-	18/12/2013	DS/N
28	AR-AC-011-P06-E	568553	7467424	-	18/12/2013	DS/N-C
29	AR-AC-011-P07-H	567884	7467871	-	18/12/2013	DS/N-C
30	AR-UV-002-P04-E	571631	7461473	-	17/12/2013	DS/N
31	AR-UV-003-P01-C	569759	7461419	-	17/12/2013	DSR-QB/N-C
32	AR-UV-003-P02-E	570459	7461703	-	17/12/2013	DS/N-C
33	AR-UV-003-P03-M	570802	7461710	-	17/12/2013	DTA-QB/N
34	AR-UV-003-P05-C	569752	7462257	-	17/12/2013	DS/N-C
35	AR-UV-003-P07-C	569064	7462506	-	17/12/2013	DS-QB/N
36	AR-UV-005-P01-E	575179	7460081	-	16/12/2013	DS/N-C
37	AR-UV-006-P02-C	571659	7454465	-	17/12/2013	DSSR/N
38	AR-UV-006-P03-J	572329	7455812	-	17/12/2013	DTA-QB/N
39	AR-UV-006-P04-C	572220	7455853	-	17/12/2013	DSSR-QB/N
40	AR-UV-006-P06-E	572135	7455656	-	17/12/2013	DS/N-C
41	AR-UV-007-P02-E	573973	7455825	-	18/12/2013	DS/C
42	AR-UV-007-P03-E	574091	7455683	-	18/12/2013	DS/N-C
43	AR-UV-008-P02-E	570652	7456151	-	18/12/2013	DS/N-C
44	AR-UV-008-P03-A	570626	7456103	-	18/12/2013	DS/C
45	AR-UV-008-P05-B	571017	7456909	-	18/12/2013	DS/C
46	AR-UV-009-P01-E	569740	7455966	-	18/12/2013	DS/N-C
47	AR-UV-009-P02-E	570020	7455931	-	18/12/2013	DS/N-C
48	AR-UV-009-P04-C	569568	7455621	-	18/12/2013	DS/N
49	AR-UV-009-P05-E	569279	7455316	-	18/12/2013	DS/N-C
50	AR-UV-010-P02-C	561451	7463734	-	19/12/2013	DS/N-C
51	AR-UV-010-P09-C	559673	7463039	-	19/12/2013	DSSR/N
52	AR-UV-011-P01-H	563565	7465586	-	19/12/2013	DS
53	AR-UV-011-P04-J	562373	7465636	-	19/12/2013	DTA-QB/N
54	AR-UV-012-P03-C	546083	7459532	-	19/12/2013	DS-QB/N
55	AR-UV-012-P04-E	546488	7458966	-	19/12/2013	DS/N
56	AR-UV-013-P03-E	548568	7456247	-	19/12/2013	DSR-QB/N
57	AR-UV-013-P04-E	548305	7455933	-	19/12/2013	DS/N
58	AR-UV-013-P05-H	549253	7456162	-	19/12/2013	DS-CMD
59	AR-UV-013-P06-C	548020	7455869	-	19/12/2013	DSR-QB/N
60	AR-AC-001-01	575042	7457178	Camorim	14/03/2014	DS/C
61	AR-UV-006-02	572498	7455861	Morro da Torre	10/03/2014	DS/C
62	AR-UV-009-01	569625	7455757	Morro da Carioca	09/03/2014	DTA/N
63	AR-UV-009-04	569895	7455925	Morro do Carmo	09/03/2014	DAS/N
64	AR-UV-011-04	562686	7464796	Bracuí	13/03/2014	DSSR/N
65	AR-UV-013-02	548691	7456202	Mambucaba	13/03/2014	DS/N
66	RJ_AR_SR04_CPRM	584380	7452747	Garacutaia	12/11	CMD-DS-QB/N
67	RJ_AR_SR05_CPRM	583581	7451930	Garacutaia	12/11	DTA

P	CODIGO	COORD_X	COORD_Y	BAIRRO	DATA	TIPO / CAUSA
68	RJ_AR_SR09_CPRM	578757	7453395	Ponta Leste	12/11	DS/N-C
69	RJ_AR_SR12_CPRM	576822	7457543	Lambicada	12/11	CMD/C-A
70	RJ_AR_SR14_CPRM	576425	7456350	Praia do Machado	12/11	DTA-QB
71	RJ_AR_SR16_CPRM	575196	7457061	Praia do Machado	12/11	CMD-DTA-QB/N
72	RJ_AR_SR17_CPRM	574915	7456412	Ladeira da Jaqueira	12/11	DS-QB/A
73	RJ_AR_SR18_CPRM	573767	7455767	Camorim Pequeno	12/11	DTA-QB/N-A
74	RJ_AR_SR19_CPRM	572757	7455393	Sapinhatuba III	12/11	DTA-QB/C-A
75	RJ_AR_SR20_CPRM	572210	7455854	Monte Castelo	12/11	DS-QB/C-A
76	RJ_AR_SR22_CPRM	572016	7456167	Sapinhatuba	12/11	DTA-QB
77	RJ_AR_SR27_CPRM	571986	7456045	Monte Castelo	12/11	DS
78	RJ_AR_SR32_CPRM	569445	7455303	Morro da Carioca	12/11	DTA/C-A
79	RJ_AR_SR34_CPRM	572390	7454390	Mombça	12/11	DAS/N
80	RJ_AR_SR35_CPRM	567317	7453945	Praia Grande	12/11	DS-QB/N
81	RJ_AR_SR36_CPRM	570540	7455976	Morro do Perez	12/11	DS/C-A
82	RJ_AR_SR38_CPRM	577531	7446146	Ilha Grande - Lagoa Azul	12/11	DS-DTA/N
83	RJ_AR_SR47	570178	7458121	Ilha Grande - Praia da Enseada	12/11	QB/N
84	RJ_AR_SR48	569387	7457981	Ilha Grande - Praia da Enseada	12/11	QB/N
85	RJ_AR_SR59	568862	7461520	Pontal - Condomínio Angra Azul	12/11	DSSR/N
86	RJ_AR_SR61	565909	7464378	Itanema / Caieirinhas - Condomínio Praia do Engenho	12/11	DSSR/N
87	RJ_AR_SR63	563045	7465089	Bracuí - Estrada para Comunidade Indígena	12/11	DSSR/N-C-A
88	RJ_AR_SR64	561427	7463632	Santa Rita do Bracuí	12/11	CMD-DTA-QB/N-C-A
89	RJ_AR_SR70	557219	7456217	Piraquara	12/11	CMD/N-C-A
90	RJ_AR_SR71	557180	7457127	Piraquara	12/11	CMD-DTA/N
91	RJ_AR_SR72	549271	7453752	Vila Histórica	12/11	CMD-DTA-QB/N-C-A
92	RJ_AR_SR73	548414	7454504	Boa Vista	12/11	CMD-DTA-QB/N-C-A

4. A CARTA DE APTIDÃO URBANA DE ANGRA DOS REIS, ESCALA 1:10.000, ESPECÍFICA QUANTO AO POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS.

A determinação do potencial de ocorrência de escorregamentos na Carta de Aptidão Urbana de Angra dos Reis se baseia na análise estatística dos dados do histórico de escorregamentos ocorridos e dos escorregamentos potenciais, para cada unidade geológico-geotécnica indicada na Carta Geológico-Geotécnica específica para Escorregamentos (CGUi do DRM); no julgamento subjetivo das informações disponíveis; e na definição de classes de probabilidade de ocorrência de escorregamentos, esta última levando em conta a associação das unidades geológico-geotécnicas, com a declividade, a forma da encosta e o uso do solo.

4.1. Análise Estatística dos Escorregamentos Ocorridos

A análise estatística da frequência areal dos escorregamentos ocorridos, indicados na Tabela 2, por unidade geológico-geotécnica, mostra que:

- (1) A unidade S/R ocupa 278,06km² da área de encostas e nela foram registrados 37 escorregamentos (E), do tipo deslizamentos de solo, i.e., uma frequência areal de **0,13E/km²**;
- (2) A unidade SR ocupa 191,94km² da área de encostas e nela foram registrados 108 escorregamentos (E), do tipo deslizamentos de solo, i.e., uma frequência areal de **0.56E/km²**;
- (3) A unidade TA ocupa 41.67km² da área de encostas e nela ocorreram 21 escorregamentos (E), do tipo deslizamentos de solo e ou quedas de blocos rochosos, i.e., uma frequência areal de **0.5E/km²**.
- (4) A unidade CMD ocupa 7.19km² da área de encostas e nela foram registrados 02 escorregamentos (E), do tipo corrida de massa, i.e., uma frequência areal de **0.28E/km²**;
- (5) A unidade AF ocupa 7.25km² da área de encostas e nela foi registrado 01 escorregamento (E), do tipo queda de lascas ou blocos rochosos, i.e., uma frequência areal de **0.14E/km²**;
- (6) A unidade BR ocupa 7,15km² da área de encostas e nela foi registrado 01 escorregamento (E), do tipo queda ou rolamentos de blocos rochosos, i.e., uma frequência areal de **0.14E/km²**;

4.2. Análise Estatística dos Escorregamentos Potenciais

A análise estatística da frequência areal dos escorregamentos potenciais, indicados na Tabela 3, por unidade geológico-geotécnica, mostra que:

(1) Na Unidade S/R (278,06km²) foram identificados 28 setores como de potencial elevado de ocorrência de escorregamentos (EP), i.e., **0,1EP/km²**.

(2) Na Unidade TA (41.67km²) foram identificados 17 setores como de potencial elevado de ocorrência de escorregamentos (EP), i.e., **0.41EP/km²**;

(3) Na Unidade CMD (7.19km²) foram identificados 02 setores como de potencial muito alto de ocorrência de escorregamentos (EP), i.e., **0.28EP/km²**;

(4) Na unidade SR (197.94km²) foram identificados 44 setores como de potencial elevado de ocorrência de escorregamentos (EP), i.e., **0.23EP/km²**;

(5) Na Unidade AF (7.25km²) foi identificado 01 setor como de potencial elevado de ocorrência de escorregamento (EP), i.e., **0.14EP/km²**;

(6) Na Unidade BR (7.15km²) foi identificado 0 setor como de potencial elevado de ocorrência de escorregamento (EP), i.e., **0.01EP/km²**;

4.3. A Integração das Análises Estatísticas dos Escorregamentos ocorridos e potenciais

Os resultados das análises estatísticas dos Escorregamentos ocorridos e dos Escorregamentos potenciais mapeados, em termos absolutos, são mostrados na Tabela IV. Observa-se que, a unidade geológico-geotécnica SR e TA exibem frequências areais dos escorregamentos ocorridos (E/km²) superiores às demais unidades geológico-geotécnicas. Em termos de frequência areal dos escorregamentos potenciais (EP/km²) as unidades de solos transportados (TA e CDM) apresentam maiores valores.

Tabela IV: Análise Estatística dos Escorregamentos ocorridos e dos Escorregamentos Potenciais

Unidade	Frequência Areal dos Escorregamentos Ocorridos E/km ²	Frequência Areal dos Escorregamentos Potenciais EP/km ²
TA	0.50	0.41
CMD	0.28	0.28
SR	0.56	0.23
AF	0.14	0.14
S / R	0,13	0.1
BR	0,14	0,01

As relações hierárquicas entre as unidades geológicas geotécnicas, em termos de Escorregamentos ocorridos e de Escorregamentos Potenciais, são relativizadas, tal como mostrado na Tabela V, e depois tratadas para estabelecer uma média definida como PEP – potencial de ocorrência de escorregamentos em cada unidade geológico-geotécnica -. Observa-se que o índice PEP/km² representa uma relação hierárquica mais consistente do que E/km² e Ep/km² separadamente. A Unidade TA é dez vezes mais “problemática” que a unidade BR. Assim como a unidade CMD é mais de sete vezes mais “problemática” que a unidade BR.

Tabela V: Ranking e Potencial de Ocorrência de Escorregamentos futuros.

Unidade	Normal E/km ²	Normal EP/km ²	Normal PEP/km ²
TA	3.85	41	22.4
CMD	2.15	28	15.1
SR	4,31	23	13.7
AF	1.08	14	7.54
S / R	1	10	5.5
BR	1,08	1	2.04

4.4. Avaliação Subjetiva do Potencial de Ocorrência de Escorregamentos

Em 2010, o DRM-RJ elaborou relatórios técnicos sobre risco geológico em Angra dos Reis, e discutiu as questões técnicas relacionadas com seus condicionantes em muitos encontros técnicos ao longo dos anos seguintes.

Para o DRM-RJ, Angra dos Reis é um município crítico para a ocorrência de acidentes e desastres associados a escorregamentos. Isto é comprovado não só pelos eventos catastróficos envolvendo diversos tipos de movimentos de massa, mas também, pelo conhecimento técnico-científico acumulado por diferentes trabalhos (SILVA Jr & BARROSO 1990; SOARES 2006; PETERS-GARCIA & ZUQUETTE 2006, entre outros), como também pelos fatores condicionantes de risco – geologia, geomorfologia, uso do solo:

Os dados mostram que os escorregamentos destrutivos em Angra dos Reis têm sido frequentes a cada ano. Isto se deve às características do meio físico, como mostra a concentração de ocorrências.

A maioria absoluta dos escorregamentos ocorridos foi do tipo deslizamento de solo –67,4% do total -, ficando as corridas de massa com 13%, os deslizamentos em depósitos de talus com 13 % e as quedas de blocos rochosos, com 6,5%.

Em geral, os deslizamentos correspondem a rupturas planares, de solos residuais, que se iniciam em geral no terço superior das encostas sob a forma de erosão violenta, ou que envolveram lixo. As quedas envolvem em geral blocos rochosos individualizados *in situ*, diretamente dispostos sobre os afloramentos rochosos ou inclusos em capas de solo sobre rocha ($e < 2m$), em encostas com declividade $> 30^\circ$. Outro aspecto importante dos escorregamentos históricos é que, em geral, envolveram volumes variados e tiveram alcances maiores quando a massa deslizada atingiu e se propagou ao longo das linhas de drenagem.

Parte dos escorregamentos foi reincidente, ou seja, a efetivação dos escorregamentos se deu e continuou a ocorrer devido ao aumento do número de cortes nos mesmos locais e ao lançamento das mesmas águas servidas na crista dos cortes; 53,5% deles afetaram taludes naturais; 31% foram mistos (naturais e induzidos) e apenas 15,5% foram corte ou aterros.

Fruto desta expertise, as análises qualitativas quanto ao potencial de ocorrência de escorregamentos em Angra dos Reis indicam que:

(1) As encostas constituídas por zonas de concentração de blocos *in situ* (Unidade BR), independem das suas feições geométricas, côncavas ou convexas, sendo a declividade o fator importante. Desta forma, quando em encostas com declividade $>30^\circ$ são “posicionados” na classe crítica de potencial de ocorrência de escorregamentos e em encostas com declividade $<30^\circ$ quando identificados cicatrizes de escorregamentos recentes e/ou densidade elevada de cortes. Já nesta mesma declividade com uso de solo regular sua classificação é moderada, porque suas características intrínsecas de instabilidade – apoio dos blocos, forma e massa - “facilitam” o início das quedas rápidas de blocos de rocha com volumes de até $10m^3$ e fazem com que os alcances dos movimentos cheguem a 40m (figura 2);



Figura 2: Imagem ilustrativa da unidade zonas de concentração de blocos *in situ* (Unidade BR).

(2) As seções de encostas constituídas por depósitos de tálus (Unidade TA) são domínios com potencial crítico de ocorrência de escorregamentos, independentemente das suas feições geométricas, se côncavas ou convexas. O potencial de ocorrência de escorregamentos dos domínios de tálus (TA) é o mais elevado em relação aos demais domínios.



Figura 3: Imagem ilustrativa da unidade zonas depósito de tálus (Unidade TA).

(3) As seções de encostas constituídas por afloramentos rochosos (Unidade AF) são domínios com potencial crítico de ocorrência de quedas de lascas quando correspondem a áreas de pedreiras desativadas ou quando a declividade dos terrenos é $> 30^\circ$ com curvatura convexa e são identificadas cicatrizes de escorregamentos recentes e/ou densidade elevada de cortes executados. Quando o ocorrem em setores com rede de drenagem e arruamento adequado esse potencial de ocorrência de escorregamentos com quedas de lascas é classificado como muito alto. Quando, entretanto, as encostas têm declividade $< 30^\circ$, o potencial é moderado. O potencial inferior dos domínios de afloramentos rochosos AF em relação aos domínios de

depósitos de corrida de massa (CDM) e de tálus (TA) se deve ao alcance menor dos processos que neles ocorrem, em geral da ordem de 20m;



Figura 4: Imagem ilustrativa da unidade afloramentos rochosos (Unidade AF).

(4) As seções de encostas constituídas por solos residuais espessos (Unidade SR) são domínios com baixo potencial de ocorrência de escorregamentos porque a resistência ao cisalhamento destes solos é muito alta e eles geralmente estão presentes em terrenos com declividade $< 30^\circ$. Quando, entretanto, a declividade é $> 30^\circ$ e as encostas exibem cicatrizes de escorregamentos recentes, correspondem a áreas de saibreiras desativadas ou contam com uma elevada densidade de cortes ou pontos de lançamento das águas pluviais, todo o entorno tem um potencial alto de ocorrência de escorregamentos. Quando tais evidências não existem seu potencial torna-se moderado. Este potencial alto de ocorrência de escorregamento sem condições indutoras, contudo e ainda, é menor que o potencial alto dos domínios de tálus (TA), em função dos alcances menores dos deslizamentos de solo (nos domínios SR) quando comparados aos deslizamentos de blocos (em domínios TA), embora a capacidade de destruição seja menor;



Figura 5: Imagens ilustrativas da unidade solos residuais espessos (Unidade SR)

(5) As seções de encostas constituídas por solos residuais rasos, dispostos sobre rocha (Unidade S/R) são domínios com alto potencial de ocorrência de escorregamentos quando a declividade dos terrenos é $> 30^\circ$ em perfil côncavo, porque são solos que saturam rapidamente em períodos de chuva intensa e se propagam facilmente, sob a forma de corridas de lama ou terra, por alcances de até 40m. Quando o perfil é convexo, entretanto, o potencial de ocorrência de escorregamentos é moderado e quando a declividade dos terrenos é $< 30^\circ$, o potencial de ocorrência de escorregamentos é baixo.



Figura 6: Imagem ilustrativa da unidade solos residuais rasos, dispostos sobre rocha (Unidade S/R). A imagem da direita mostra o escorregamento no morro da carioca em 2010.

(6) Os trechos de encostas constituídas por depósitos de corrida de massa (Unidade CMD), independentemente das suas feições geométricas, se côncavas ou convexas, ou das suas classes de declividade, são domínios com potencial extremamente alto de recorrência de escorregamentos, principalmente quando envolvem grandes volumes de detritos, os *debris flows* têm extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas, e grande capacidade de destruição. Apesar de ocuparem apenas 7,19Km² da área total de Angra dos Reis, todas as áreas do município que apresentam vales encaixados estão sujeitas à ocorrência do fenômeno (Figura 7)



Figura 7: Imagem ilustrativa da unidade depósito de corrida de massa (Unidade CMD)

4.5. Definição de Classes de Probabilidade de Ocorrência de Escorregamentos com base na associação das Unidades Geotécnicas, Declividade, Forma da Encosta e Uso do Solo.

A avaliação conjunta dos resultados das análises estatísticas dos dados históricos e daqueles mapeados no campo, com os resultados da análise subjetiva e qualitativa das informações e interpretações geradas e desenvolvidas pelo DRM-RJ nos últimos 05 anos em Angra dos Reis, as quais destacam, qualitativamente, a importância das informações relativas à declividade, à forma da encosta e, por vezes, ao uso do solo, permite a conferência a cada unidade geológico-geotécnica, ou a partes específicas delas, de uma classe de potencial de ocorrência de escorregamentos variando entre crítica, muito alta, alta, moderada e baixa, tal como mostrado na tabela VI.

Tabela VI: Classificação do Potencial de Ocorrência de Escorregamentos futuros. E + DCA – cicatrizes de escorregamentos recentes e/ou densidade elevada de cortes executados para a implantação de moradias; REGULAR: setores com rede de drenagem e arruamento adequados ou suficientes.

Unidade	PEP/km ²	Declividade do Terreno	Curvatura do Terreno	Uso do Solo Atual	Classe de Potencial de Ocorrência de Escorregamentos
BR	2.04	>30°	-	-	CRÍTICA
		<30°		REGULAR	MODERADA
				E/DCA	CRÍTICA
CMD	15.1	-	-	-	CRÍTICA
TA	22.4	-	-	-	CRÍTICA
AF	7.54	>30°	CONVEXO	E/DCA	CRÍTICA
				REGULAR	MUITO ALTA
			CONCAVO	E/DCA	CRÍTICA
				REGULAR	ALTA
		<30°		-	MODERADA
SR	13.7	>30°	-	E/DCA	ALTA
				-	MODERADA
		<30°	-	-	BAIXA
S/R	5.5	>30°	CONCAVO	-	ALTA
			CONVEXO		MODERADA
		<30°			BAIXA

4.6. A Carta Geotécnica de Aptidão Urbana de Angra dos Reis especifica quanto ao Potencial de Ocorrência de Escorregamentos – “CGUf do DRM”

A Carta Geotécnica Específica quanto ao Potencial de Ocorrência de Escorregamentos de Angra dos Reis, na escala 1:10.000 (CGUf do DRM), exemplificada na Figura 8 e disponibilizada em *pdf* no CD que acompanha este volume, compartimenta o meio físico em domínios definidos de acordo com a classificação apresentada na tabela 6, a qual leva em conta as unidades geológico-geotécnicas, as análises estatísticas, a análise subjetiva e as informações sobre a Declividade dos Terrenos ^{*1} e a Curvatura das encostas ^{*2}.

As áreas classificadas como críticas, muito altas ou altas, quanto ao potencial de ocorrência de escorregamentos, são representadas pela cor vermelha, respectivamente, muito forte, forte e fraco. Correspondem as áreas nas quais as moradias existentes estão, provavelmente, em perigo, razão pela qual devem ser objeto de ações para redução do risco de desastre, ou áreas de expansão urbana, nas quais deve ser evitada a implantação de novas moradias. Representam áreas problemáticas para a abertura de vias ou instalação de empreendimentos, uma vez que a sua viabilização exigirá a execução de obras de contenção de encostas. São, em suma, inadequadas à ocupação urbana e muito restritivas a outros tipos de uso.

As áreas classificadas como moderadas quanto ao potencial de ocorrência de escorregamentos são representadas em amarelo. Correspondem a áreas nas quais as moradias existentes podem estar em perigo, ou áreas de expansão urbana nas quais a implantação de moradias não é recomendada. Representam, contudo, áreas nas quais os empreendimentos de grande porte podem ser viabilizados com a execução de obras de contenção. São muito restritivas à ocupação urbana e restritivas a outros tipos de uso.

As áreas classificadas como baixas quanto ao potencial de ocorrência de escorregamentos aparecem em verde. Correspondem a áreas nas quais o crescimento vertical das moradias existentes é recomendado desde que acompanhados da adoção de medidas preventivas adequadas, em particular de projetos de alinhamento de vias de acesso e drenagem. São, em suma, adequadas com restrição à ocupação urbana e adequadas a outros tipos de uso.

^{*1} A Carta de Declividade foi preparada a partir da geração do MNT; da sua representação tridimensional; da geração de uma GRID com os pares de coordenadas; da definição de um pixel de 30m x 30m para representar a altitude; da atribuição no SIG de um valor de inclinação em cada célula; da sua classificação: <12%; 12%-20%; 20%-30%; 30%-45%; 45%-60%; 60%-75%; 75%-100%; >100%.

^{*2} A Carta de Curvatura do Terreno foi preparada, segundo a metodologia do INPE, a partir da elaboração de um modelo numérico com base no arquivo topográfico SRTM, no qual o formato da vertente, quando observado em perfil, é definido pela 2ª derivada da altitude (VALERIANO, 2008).

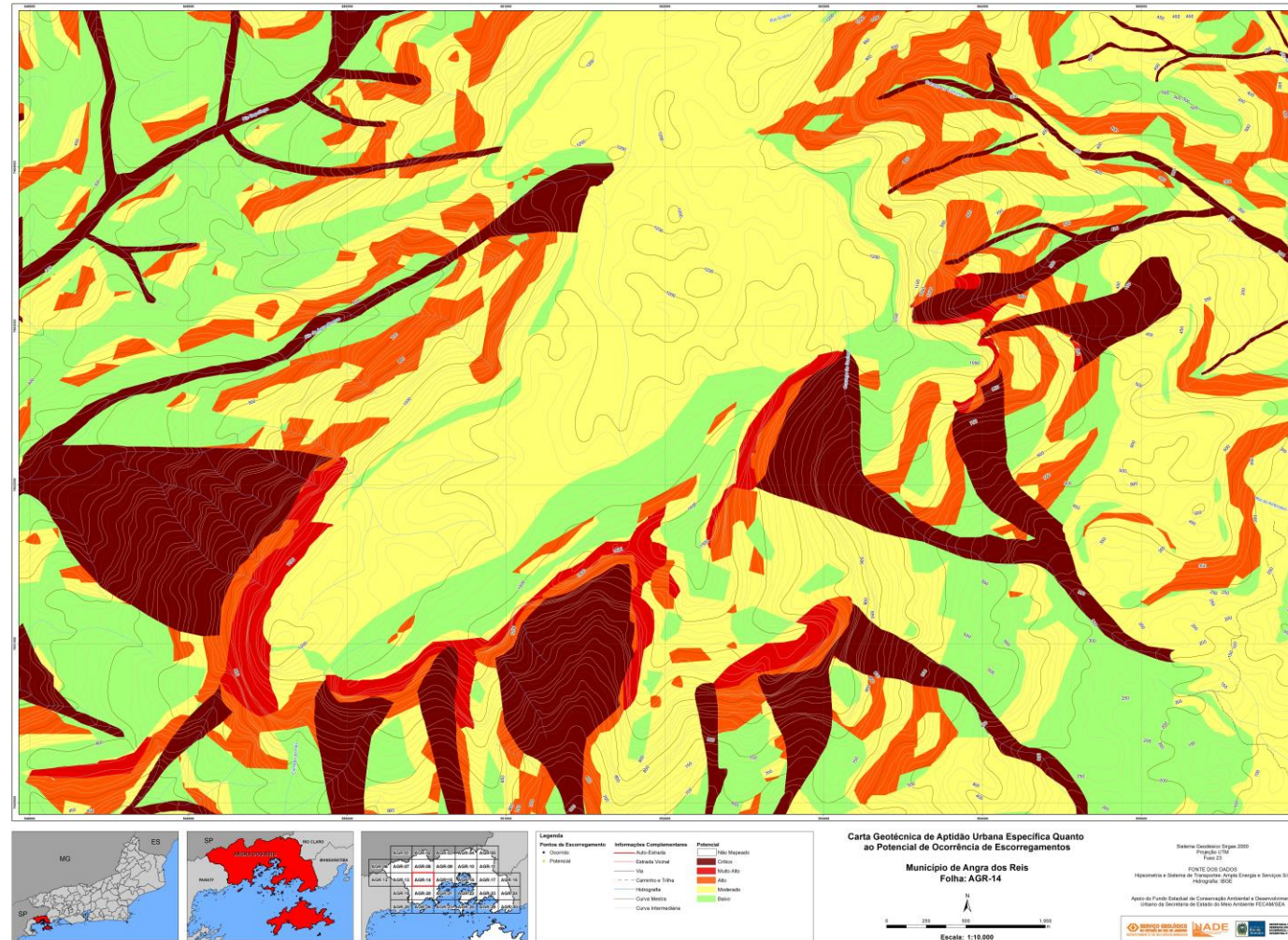


Figura 8: CGUf do DRM

5. APLICAÇÃO DA CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO URBANA, ESPECÍFICA QUANTO AO POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS, DE ANGRA DOS REIS.

A “CGU do DRM”, por considerar apenas os processos de escorregamentos e o potencial de ocorrência de escorregamentos, não é uma Carta Geotécnica de Aptidão Urbana completa (que exige a análise de outros processos do meio físico – inundações; adensamento -, e questões ambientais como a capacidade de fundação dos terrenos, a disposição de resíduos sólidos, a proteção de manguezais, etc). Não obstante, ela é uma contribuição técnica muito importante para o Município de Angra dos Reis.

Em primeiro lugar porque a CGU do DRM atende a parte das determinações da Lei Federal 12.608/2012, de Proteção e Defesa Civil, no que tange à preparação de um instrumento técnico de prevenção de desastres. Trata-se de um instrumento de orientação para a tomada de decisões com relação à proteção contra os desastres associados a escorregamentos e de planejamento do uso do solo, principalmente aquelas relacionadas ao controle da expansão das moradias, dos novos loteamentos e da malha viária, que estão na pauta da revisão do Plano Diretor Municipal.

Em segundo porque a CGU do DRM pode auxiliar muito aos responsáveis pela análise diária dos projetos de licenciamento de novos loteamentos, de regularização de assentamentos já existentes ou de planejamento de implantação de sistema viário, que são submetidos à Prefeitura Municipal. A CGU do DRM alerta aos técnicos sobre as exigências e cuidados que devem cercar os projetos dos empreendimentos propostos em determinadas áreas (inadequadas ou adequadas com restrições) e os alarma em relação àquelas áreas que são inquestionáveis, ou seja, onde qualquer tipo de ocupação, principalmente a ocupação urbana, é inadequado, mesmo que os moradores, os incorporadores e o poder público estejam dispostos a gastar muito dinheiro para garantir o acesso e o uso dos terrenos.

Por último a CGU do DRM em Angra dos Reis também é importante para a gestão diária dos desastres associados a escorregamentos. Nela são descritos e caracterizados centenas de setores de encostas do município, o que facilita sobremaneira a realização de vistorias técnicas no caso da ocorrência de acidentes ou manifestação de que os mesmos podem ocorrer em breve. Neste caso, uma vez reunidas informações sobre as pessoas e benfeitorias que estão presentes em cada setor, se pode avaliar o risco e tomar decisões visando a sua redução ou eliminação.

6. CONCLUSÃO E SUGESTÕES

As duas cartas geotécnicas que compõem o resultado final da Cartografia Geotécnica de Aptidão Urbana de Angra dos Reis, na escala 1:10.000 (CGU), desenvolvidas pelo Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos do Serviço Geológico do Rio de Janeiro, o DRM-RJ - a Carta Geotécnica Específica para escorregamentos (CGUi) e a Carta Geotécnica de Aptidão Urbana Específica quanto ao Potencial de Ocorrência de Escorregamentos (CGUf) de Angra dos Reis, são credoras da denominação “CGUs do DRM”.

Ambas representam o estado da arte sobre o conhecimento do DRM-RJ quanto à distribuição, à tipologia e às causas dos escorregamentos, e sobre a possibilidade de ocorrência de escorregamentos no futuro, em Angra dos Reis, ou seja, seu início, sua trajetória e seu alcance. Trata-se, contudo, de produtos dinâmicos. Seja com a disponibilidade de bases topográficas mais qualificadas, seja com melhores resoluções dos MDTs e MDEs, seja com maior confiabilidade dos dados de entrada organizados em Bancos de dados, seja com melhores análises subjetivas, fato é que estes produtos podem e devem ser melhorados no futuro.

Grande parte da responsabilidade pela atualização e revisão da “CGU do DRM” e pela preparação de uma Carta Geotécnica de Aptidão Urbana completa de Angra dos Reis, cabe, como no caso da Carta de Risco Iminente do DRM, entregue à Prefeitura Municipal em 2011, ao próprio município. Para que esta tarefa seja viável, o caminho a ser seguido pela Prefeitura Municipal é o mesmo seguido pelo DRM-RJ, i.e., a estruturação e consolidação de um Grupo Técnico permanente voltado para a gestão do risco de desastres geológicos, integrado por técnicos municipais motivados. Nenhum avanço será efetivo se os limites do meio físico municipal, e as suas adequabilidades, não for objeto de conhecimento efetivo por parte da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis.

A base de atuação deste grupo técnico proposto encontra na “CGU do DRM” um documento de partida, uma fonte de consulta obrigatória para a análise e elaboração de projetos de uso do solo e de infraestrutura no município. Ele alerta sobre a existência de áreas nas quais há necessidade de estudos mais detalhados (escala 1:5.000 ou maior) antes da definição da viabilidade ou não de empreendimentos, e alarma sobre a existência daquelas áreas completamente preocupantes, que devem receber das secretarias municipais, em especial da Defesa Civil, um cuidado permanente e maior na gestão diária do risco de desastres naturais.

7. BIBLIOGRAFIA

AMARAL, C.; MELO, R. C.; SALLES, R. O.; SOUZA, F. D.. Desastre associado a escorregamentos no Mês de Março de 2013 em Petrópolis. In: 14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Rio de Janeiro. 2013.

AMARAL, C.P.. Recentes escorregamentos no Estado do Rio de Janeiro: Cartas geotécnicas e relatórios geológicos para a gestão de riscos pós desastres. In: 7º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. Maringá. 2010.

BARBOSA, Z.N.T.; OLIVEIRA, W.N. de; ALVES, P.R. Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de risco. Estudo de caso: Angra dos Reis – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba, Paraná. *Anais...*São José dos Campos: INPE, 2011. p. 4940-4947.

CASTRO, V.M. de. *Estudo sobre a estabilidade da encosta do morro Sapinhatuba I, Angra dos Reis, RJ.* 2012. 75p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Programa Geologia do Brasil Levantamentos Geológicos Básicos: Geologia da Folha Angra dos Reis SF.23-Z-C-II. 2007, 173p

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Rio de Janeiro: Carta Geomorfológica. Rio de Janeiro. Folha Rio de Janeiro – SF. 23-Z-B. Escala 1:250.000, 2000.

DOS SANTOS, L. A. F. Angra dos Reis: Transformações Sócio-Econômicas e Mudanças Demográficas. In: V Encontro Nacional Sobre Imigração. 2007. Rio de Janeiro, Anais, 26p

DRM- Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro, Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Escala 1: 100.000, Rio de Janeiro, s/d

EIRALDO SILVA. L.G. A Interação entre os Eventos Tectônicos e a Geomorfologia da Região da Serra da Bocaina, Sudeste do Brasil. 2006.50f. Tese de Doutorado - Faculdade de Geologia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2006

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mapa de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro. Escala 1:500.000. Rio de Janeiro, 2003.

FARIA, D. G. M.; AUGUSTO FILHO, O.. Mapeamento de perigo associado a escorregamentos em encostas urbanas utilizando o processo de análise hierárquica (AHP). In: 7º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. Maringá. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 2 set. 2013.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/basetematica_estadoambiente/. Acessado em: 18 nov 2013

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. Carta geotécnica dos morros de Santos e São Vicente – Condicionantes do Meio Físico para o Planejamento da Ocupação Urbana. Relatório IPT. 1980.

IWASA, O.Y.; SIMÕES, P.M.; SANTOS, M.O.; PESSOA, F.F.; KAWATA, L.T.; RAMALHO, J.O., SANTANA, M.T. & VAREJÃO, S.L.A.C.. Cartografia de risco a escorregamentos em encostas nos

municípios de Itaguaí, Paraty e Rio Claro, Rio de Janeiro. In: 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo. 2011.

LOPES, E.S.S.; NAMIKAWA, L.M.; REIS, J.B.C. dos. Risco de escorregamentos: monitoramento e alerta de áreas urbanas nos municípios no entorno de Angra dos Reis – Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 13, 2011, São Paulo, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE, 2011.

MELO, R. C.; ROCHA, D. Cartas de risco – Toda demanda pode ser atendida por apenas uma carta? In: 14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo. 2013.

MORAES, I. B. C. M. *Mapeamento digital de áreas suscetíveis a escorregamento na parte continental do município de Angra dos Reis, RJ*. 2012. 90p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação) – Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MOSER, J. M. Solos. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro, 1990.

MRS/UFRJ – MRS Estudos Ambientais Ltda., Universidade Federal do Rio de Janeiro. Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, 2005. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/hotsites/eia/index.html>. Acesso em: 21 set. 2013.

PETERS-GARCIA, J.M. & ZUQUETTE, L.V.. 2005. Aplicação da técnica de avaliação do terreno com vistas ao mapeamento geotécnico na região da Costa Verde – RJ. 11º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental.

PETERS-GARCIA, J.M. & ZUQUETTE, L.V.. 2006. Landslides inventory in the Angra dos Reis and Itaguaí region of the state of Rio de Janeiro, Brazil. In: The Geological Society of London (93).

PINENTEL, J. Projeto áreas de risco na região de Angra dos Reis, RJ: modelagem espacial de dados em SIG para a geração de mapa preliminar de áreas de risco geológico. Rio de Janeiro: CPRM – Serviço Geológico do Brasil e KIGAM – Korea Institute of Geosciences and Mineral Resources. 2010. 113p.

SDC – SECRETARIA DE DEFESA CIVIL DA PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS. Levantamento preliminar das áreas associadas a movimentos de massa. SDC-GENG nº 1/2005. 22 p. 2005.

SHIZANATO, E; CARVALHO FILHO, A. de; TEIXEIRA, W. G. Solos Tropicais. In: SILVA, C. R. da (Ed.). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p. p. 121-34.

SILVA JR., G. C.; & BARROSO, J. A.; 1990. Considerações Geológico-Geotécnicas sobre os movimentos de massa ao longo da BR-101-Trecho: Itaguaí –Angra dos Reis-RJ.

SOARES, E.P. *Caracterização da precipitação na região de Angra dos Reis e a sua relação com a ocorrência de deslizamentos de encostas*. 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

VALERIANO, M.M. 2008. Topodata: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos. 75p.