

CADASTRO GEOTÉCNICO DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS-SC

Eng. Glaci Trevisan Santos, doutoranda UFRGS; Profª. UFSC

Eng. Regina Davison Dias, D.Sc. CPGEC/UFRGS; Prof. Visitante- UFSC.

Endereço para Correspondência:

Eng. Glaci Trevisan Santos

Rua Celso Almeida Coelho, 322 Jardim Anchieta Córrego Grande

CEP 88037-310

Telefone: 048-231-9724; FAX: 048-231-9770

RESUMO

O trabalho apresenta o mapeamento geotécnico com características físicas e de resistência ao cisalhamento dos solos de Florianópolis. Os morros da ilha são constituídos por granitos fraturados formando profundas camadas de solos residuais. Na parte plana ocorrem areias quartzosas e solos argilosos de baixa capacidade de suporte. A classificação dos universos geotécnicos adotada usa os conhecimentos geológicos, pedológicos e geomorfológicos. O objetivo deste trabalho é o reconhecimento do meio físico com a determinação de propriedades para direcionar metodologias de uso e ocupação do solo e de aproveitamento do mesmo com obras de engenharia de baixo custo. Isso se faz necessário devido a inúmeros problemas geotécnicos e ambientais que tem ocorrido envolvendo solos.

Palavra-chave: Mapeamento Geotécnico, pedologia, geologia.

ABSTRACT

This paper presents the geotechnical mapping, the physical characteristics and the shear strength of Florianópolis island soils. The island hills are constituted by fractured granites that form deep layers of residual soils. The island plains present an occurrence of quartz sands and clay soils of low capacity support. Pedological and geological knowledge is used to classify the geotechnical universes. The study aims to make a physical environment recognition, determining the above properties in order to establish occupation methodologies. It also aims to solve environmental problems in low cost engineering works as a way to find more economical solutions for building construction.

Keywords: Geotechnical Mapping, pedologie, geology.

1. INTRODUÇÃO

O município de Florianópolis é formado por uma ilha e uma parte no continente. Em sua costa encontram-se 42 praias, alguns costões e zonas de mangues. Inúmeros problemas geotécnicos tem ocorrido na ilha como escorregamentos das encostas de solos residuais; ruptura de canalizações devido a forças de percolação e baixa resistência do solo; rupturas de estruturas de retenção; recalques de fundações, entre outros. Desta forma um estudo geotécnico sistemático é necessário.

A geologia do município é composta por rochas graníticas (compostas de sienogranitos a granodioritos), com altitude até 500m. Ocorre, em menor escala, rochas vulcânicas ácidas (riolitos e riolacitos), sendo o conjunto cortado por intrusões de diabásio. As rochas cristalinas constituem os morros, formando um conjunto de elevações, com certo alinhamento, na direção NE. Os morros, funcionam como anteparos para o acúmulo de material sedimentar, muitas vezes derivados dos próprios morros. Os granitóides afloram sob a forma de matações, geralmente, parcialmente alterados pelos processos de intemperismo de climas tropicais e subtropicais.

Nas regiões com declividade inferior a 3% a região é composta por sedimentos marinhos, lacustres, eólicos e fluviais, com altitude máxima de 40m nos campos de dunas. Devido às características topográficas acidentadas do relevo, a erosão nesses solos é acentuada.

Florianópolis é formada por morros, lagoas, dunas, mangues e praias que lhe conferem grande beleza natural. Apesar da sua beleza natural tem sido ocupada sem muitos critérios, não aproveitando o potencial mineral existente e sem os cuidados que poderiam minimizar os riscos de escorregamentos, erosão, inundação, ou mesmo pavimentos e habitações de baixo custo. Trabalhos importantes tem sido feitos na área de geografia e mesmo geologia direcionados para encostas e meio ambiente. Entre estes pode-se citar o trabalho de Rego Neto (1988) e Herrmann (1989).

O trabalho de mapeamento consiste em estudos de escritório onde são estimadas as unidades geotécnicas a partir de todos os dados existentes na região. Após é feita a identificação das unidades no campo. Em locais representativos dos vários tipos de solos da região foram realizados ensaios para a determinação da caracterização e comportamento geomecânico, com ensaios de colapsividade e resistência ao cisalhamento.

Através deste trabalho, o município foi mapeado na escala 1:25.000. Já foram realizados ensaios em 24 perfis do município. Nas unidades geotécnicas estão sendo realizados ensaios de caracterização, compressibilidade, colapsividade, resistência ao cisalhamento, compactação, Índice de suporte Califórnia e MCT. Estão sendo coletados, junto às empresas que trabalham com geotecnia, ensaios de sondagens tipo SPT e estão sendo realizados ensaios de Cone de Penetração Dinâmica - DCP. Os ensaios nos solos residuais estão sendo realizados em solos com diferentes graus de alteração. Nos taludes com escorregamento estão sendo coletadas amostras para ensaios de cisalhamento direto na superfície de ruptura para estudos através de retroanálise. O mapa está sendo digitalizado no computador para posterior trabalho de geoprocessamento. Nesta fase da pesquisa estão sendo apresentados somente alguns dos resultados já determinados.

2. CARTA GEOTÉCNICA

A Figura 1 apresenta um esboço da carta geotécnica. O trabalho inicial consistiu em analisar os levantamentos de solos, geológicos, topográficos, geomorfológicos, fotografias aéreas, imagens de satélites e todas as informações importantes da região. A classificação de uma unidade geotécnica é estimada, segundo Davison Dias (1994) usando a seguinte simbologia: "XYZxyz", sendo "XYZ" a classificação pedológica e as minúsculas "xyz" identificadoras do substrato geológico. Para estimar as unidades geotécnicas foi desenvolvido um estudo pedológico e geológico simplificado, dos horizontes intemperizados, direcionado para as obras de engenharia.

3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

A Tabela I apresenta resultados de granulometria e a Tabela II, os índices físicos e ensaios de cisalhamento direto feitos em amostras indeformadas executados na umidade natural e inundados. A seguir são descritas algumas características de unidades já estudadas.

Unidade I - PVg - Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato Granito Florianópolis - Perfis G1, G2, G3, G10, G11, G12, G13, G16, G20 e G22; - Esta unidade é formada por solos com horizonte B pouco desenvolvido, em geral inferior 1.0m. Os granitos variam de sieno a granodioritos com ampla variação na cor e na textura. O processo de intemperização atuando neste material rochoso, muito fraturado, proporciona a formação de solos com diferentes granulometrias no horizonte C. Dependendo da quantidade de minerais intemperizáveis como plagioclásio e mica, varia a granulometria do solo. O teor de argila do horizonte B em geral fica próximo de 45%. No horizonte C, a textura granular grosseira favorece a erosão nos cortes e subleito das ruas e estradas vicinais. Vários escorregamentos tem ocorrido nestes horizontes C. Em vários locais de escorregamento tem sido constatada a presença de gleização mostrando a variação das características físicas e químicas dos solos com a percolação da água, ocorrendo a redução do ferro. Estudos estão sendo feitos nestes locais. No perfil G2 até 1.0m de profundidade, o horizonte B apresenta um solo bastante consistente com uma coesão relativamente elevada; cor vermelha e transição clara e ondulada entre horizontes. O horizonte C é mais claro, contém fragmentos de rocha relativamente grandes. É menos plástico e menos coeso do que o horizonte B embora não apresente sinais de erosão num talude bastante íngreme (mais ou menos 80°) com 8 anos de exposição. Apresenta uma película escura de recobrimento que dá excelente proteção contra erosão. A rocha granítica que lhe constitui o substrato apresenta um teor de feldspatos superior ao granito da G1 e os grãos de quartzo ocorrem em menor proporção produzindo um solo com maior teor de argila, conforme se observa na Tabela I portanto menos erosivo. O perfil G3 é formada por um solo bastante resistente pois o talude foi cortado quase verticalmente e, no período de um ano, manteve-se íntegro mesmo em tempo de chuva intensa. Já apresenta a película escura que, em geral, protege muitos taludes como se pode observar em grande parte dos cortes das rodovias.

Na classificação MCT os solos ensaiados enquadraram-se como NG', não laterítico argiloso. Segundo Godoy, Nogami e Carvalho (1994) este solo não é recomendado para reforço do subleito e base do pavimento.

Unidade II - PVd - Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato diabásio - Perfis G14 e G21; A Unidade II é constituída por um solo de textura bem mais fina em conseqüência da própria rocha de origem, o diabásio. Apresenta uma coloração vermelha e uma estrutura peculiar que mostra seu processo de alteração com núcleos menos alterados e planos preferenciais de fraqueza. É um solo que perde bastante resistência com a inundação, como se pode observar nos resultados de resistência ao cisalhamento natural e inundado, na Tabela II.

Unidade III - Pg - Plintossolo com substrato depósito de encosta de granito - Perfil G19; O plintossolo da Unidade III apresenta uma coloração variegada com manchas cinzentas e concreções ferruginosas que conferem ao mesmo boas características de resistência inclusive quando recompactado. O talude amostrado encontra-se estável, mesmo com inclinação de, aproximadamente, 80°.

Unidade IV - AQsq - Areias Quartzosas, substrato Sedimentos Quaternários - Perfis G5, G6 e G18; As Areias Quartzosas caracterizam-se pela ocorrência de perfis excessivamente arenosos onde predominam os grãos de quartzo na fração areia. Formam-se, geralmente a partir de rochas sedimentares de material de origem não consolidado de composição granulométrica grosseira (dunas ou aluviões). São perfis profundos apresentando espessuras superiores a 2 metros, constituídos de horizonte A sobreposto diretamente ao C. Para ser enquadrado como Areia Quartzosa não pode apresentar teor de argila superior a 15% até 2 metros de profundidade. São solos excessivamente drenados. Esses solos ocorrem, normalmente em áreas de relevo pouco movimentado, plano ou suave ondulado, pois do contrário, seriam extremamente suscetíveis à erosão hídrica, devido a sua estrutura de grãos simples.

A jazida 5 apresenta cor avermelhada pela contaminação de óxido de ferro do Podzólico Vermelho Amarelo do Morro do Campeche. Apresenta-se solta, quando úmida, e em torrões resistentes quando seca. Aceita, inclusive, compactação. Não foram ainda realizados ensaios MCT neste solo. A jazida 6 é constituída de areia solta de cor cinza e não aceita compactação usual: é uma típica Areia Quartzosa. Apesar de serem ambas areias quartzosas e apresentarem composição granulométrica semelhante (menos de 10% de argila), a pequena contaminação com Podzólico das proximidades confere à jazida 5 boas características de compactação desde que utilizada confinada, para evitar erosão pela chuva.

Unidade V - Gsq - Gley Pouco Húmico, substrato Sedimentos Quaternários - Perfil G8; Apesar de ter sido descrito como argila orgânica cinza escuro com conchas nos perfis de sondagem, trata-se de areia argilosa pois apresenta quase 80% de fração areia conforme resultados de ensaios executados nas amostras coletadas em tubo Shelby para ensaios de compressibilidade e triaxiais. A coloração cinzenta é devida à redução dos óxidos de ferro, que se processa em ambiente encharcado e portanto anaeróbico, principalmente em áreas planas e de baixadas. As cores mosqueadas que, eventualmente, ocorrem com matizes normalmente bruno-amarelado e ou avermelhado destacam-se sobremaneira no material de fundo acinzentado do horizonte Gley, e são devidas a processos de oxidação parcial dos óxidos de ferro com a oscilação do lençol freático. Dada a sua localização em áreas normalmente planas de baixadas,

são solos mal ou muito mal drenados, nos quais o lençol freático, em condições naturais, pode-se manter próximo à superfície.

Conforme as sondagens executadas no local as espessuras de solo mole variam de 9 a 16 metros aproximadamente sem atingir o impenetrável à percussão. É uma camada espessa de solo que produzirá recalques prejudiciais a qualquer tipo de obra que se assente sobre ele. O engenheiro rodoviário deve fazer o possível para fugir dos traçados que contemplem a passagem sobre esse tipo de terreno.

4. CONCLUSÕES

A partir do mapeamento geotécnico é possível estimar características geotécnicas necessárias para o uso e ocupação do solo. Baseado neste mapeamento e determinação de características é possível conhecer o comportamento do solo como subleito das ruas e estradas vicinais. Com os dados apresentados neste trabalho também é possível detectar indicações de problemas de estabilidade em cortes executados no solo. O conhecimento do comportamento dos solos fundamentado em conhecimentos pedológico e geológicos associado às características geotécnicas está mostrando bons resultados. Esta pesquisa ainda está numa fase de reconhecimento do meio físico e futuros trabalhos ainda serão apresentados voltados para a pavimentação urbana e fundações.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a colaboração dos bolsistas de iniciação científica que vem participando do projeto Mapeamento geotécnico do município de Florianópolis, bem como o auxílio do CNPq e da FAPERGS.

6. BIBLIOGRAFIA

DAVISON DIAS, Regina & MILITITSKY, Jarbas. Metodologia de Classificação de Perfis e Unidades Geotécnicas Desenvolvida na UFRGS. In: Revista Solos e Rochas, Vol 17, n. 2, 1994.

GODOY, H.; NOGAMI, J. S. e CARVALHO, A. Procedimentos para Caracterização Geotécnica de Perfis de Solos de Granitos e Gnaisses, par Obras Viárias. Revista Solos e Rochas. Vol. 17, n. 1, Abril 1994.

HERRMANN, Maria Lúcia. Aspectos ambientais da porção setentrional da Ilha de Santa Catarina. Tese de mestrado, Departamento de Geociências, UFSC, 1988.

REGO NETO, Candido Bordeaux. Morro da Cruz - Florianópolis - Condicionamentos geotécnicos ao uso do solo. Tese de Mestrado, Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1989.

Perfil	Hor.	Prof. (m)	Unidad e Geotéc.	Argila %	Silte %	Areia F. %	Areia M. %	Areia G. %	Pedr. %	WL %	WP %	Class. H.R.B.
G1	B	0,65	PVg	44,17	16,37	10,04	11,37	17,46	0,60	46	35	A-7
	C	2,00	PVg	17,24	23,41	15,56	20,95	21,54	1,30	38	33	A-4
G2	B	0,75	PVg	48,62	18,63	11,49	12,79	7,69	0,77	66	41	A-7-5
	BC	1,20	PVg	43,62	21,53	10,89	13,43	9,56	1,15	64	42	A-7-6
G3	B	4,00	PVg	18,92	16,53	11,79	33,6	17,2	1,96	48	23	A-7
	C	6,00	PVg	28,25	12,67	12,71	20,33	23,65	2,40	43	37	A-5
G10	B	1,00	PVg	55,68	8,48	6,89	13,9	14,32	0,73	99	50	A-7-6
	C	6,00	PVg	17,37	36,17	5,68	14,73	23,29	2,76	72	43	A-2-7
G11	C	5,00	PVg	14,96	51,46	14,57	11,3	6,93	0,78	43	33	A-5
G12	C	5,00	PVg	19,87	11,73	27,39	25,11	15,58	0,32	34	22	A-2-6
G13	C	3,00	PVg	13,99	8,55	20,37	34,06	20,18	2,87	27	22	A-2-4
G16	C	3,00	PVg	8,75	25,08	21,07	38,92	2,54	3,63	38	31	A-2-4
G20	B	3,00	PVg	53,38	18,95	16,99	9,12	1,46	0,10	75	40	A-7-6
G14	B	3,00	PVd	49,00	13,79	19,34	13,94	3,71	0,21	-	-	-
	C	5,00	PVd	28,96	18,29	14,65	23,72	13,41	0,98	59	29	A-7-6
G21	C	2,00	PVd	31,43	64,22	4,16	0,18	0	0	62	46	A-7
G19	Bp	1,00	Pg	24,83	14,83	18,11	26,88	12,99	2,35	45	28	A-7-5
G18	B	2,00	AQsq	7,00	4	88	1	0	0	NP	NP	A-3
G5	B	1,00	AQsq	-	-	-	-	-	-	NP	NP	A-3
	C	2,40	AQsq	9,13	3,76	89,99	0,12	0	0	NP	NP	A-3
G6	B	1,00	AQsq	7,28	3,88	88,4	0,44	0	0	NP	NP	A-3
	C	2,40	AQsq	9,99	2,42	86,46	0,83	0,30	0	NP	NP	A-3
G8	B	1,30	AQsq	16,72	4,64	77,75	0,37	0,52	0	27	17	A-6

TABELA I: Resultados de ensaios de granulometria, plasticidade, teor de umidade natural e classificação segundo o sistema HRB de solos de Florianópolis.

Perfil	Hor.	Prof. (m)	Unidad e Geotéc.	γ_s (d)	γ_n (t/m ³)	e_i	W %	CISALHAMENTO			
								NATURAL		INUNDADO	
								C (kN/m ²)	Φ °	C (kN/m ²)	Φ °
G1	B	0,65	PVg	2,66	1,80	0,818	23,0	44,3	32	8,5	33
	C	2,00	PVg	2,51	1,64	0,804	17,9	33,2	33	21,4	30
G2	B	0,75	PVg	2,66	1,76	0,975	30,7	44,1	25	31,7	25
	BC	1,20	PVg	2,65	1,80	0,905	29,4	43,0	28	19,9	28
G3	B	4,00	PVg	2,59	2,01	0,469	14,0	89,0	42	-	-
	C	6,00	PVg	2,59	1,80	0,791	24,5	25,6	37	-	-
G12	C	5,00	PVg	2,48	-	-	-	-	-	7,0	32
G13	C	3,00	PVg	2,63	-	-	-	-	-	0,0	30
G15	B	1,50	PVg	-	1,65	-	40,0	-	-	10,8	27
	B	2,50	PVg	-	1,60	-	55,0	-	-	6,8	28
	C	4,00	PVg	-	1,88	-	24,0	-	-	26,3	22
G22	B	2,00	PVg	2,71	1,81	0,863	24,4	-	-	4,0	30
	C	4,00	PVg	2,62	1,80	0,758	20,7	-	-	5,0	35
	C	6,00	PVg	2,62	1,92	0,701	24,9	-	-	7,0	39
G23	C	4,00	PVg	-	-	-	-	-	-	2,0	39
G20	B	3,00	PVg	2,71	-	-	-	-	-	-	-
G21	C	2,00	PVd	2,91	1,64	1,417	36,2	49,6	33	19,0	26
G19	B	2,00	Pg	2,66	1,89	0,675	19,0	-	-	9,1	34
G5	B	1,00	AQsq	2,66	1,70	0,737	11,0	0,0	29	0,0	28
	C	2,40	AQsq	2,66	1,77	0,682	11,9	0,0	28	0,0	27
G6	B	1,00	AQsq	2,64	1,41	0,968	5,1	-	-	-	-
	C	2,40	AQsq	2,65	1,53	0,886	8,9	-	-	-	-

TABELA II: Índices físicos e resistência ao cisalhamento de solos de Florianópolis.

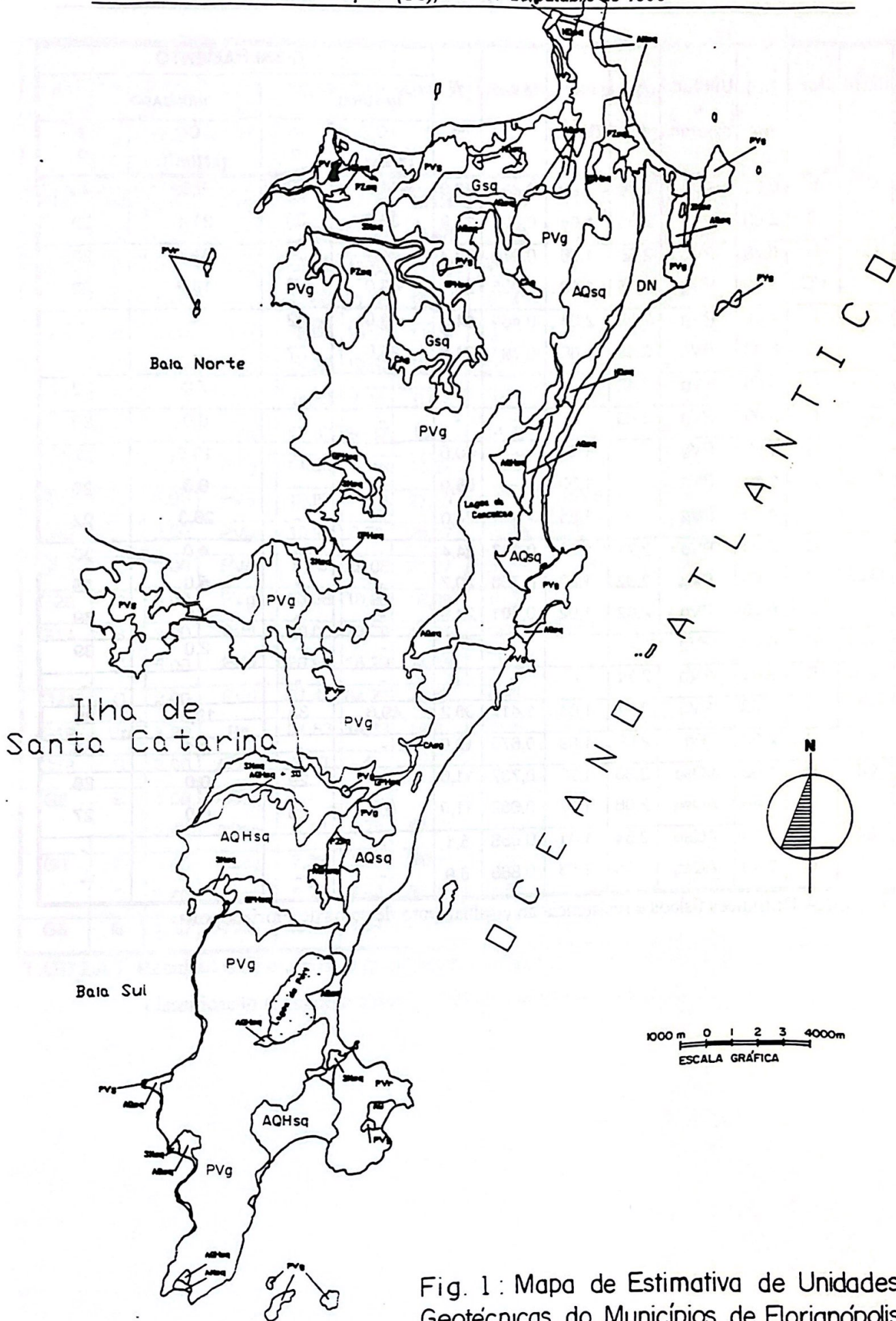


Fig. 1: Mapa de Estimativa de Unidades Geotécnicas do Municípios de Florianópolis