

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Panorama Geotecnológico do Rio Grande do Sul

Flávio Koff Coulon, Borges Dornelles Larratea, Darci Souza Picada, João Pedro Sperb Barcellos, José Anderson Clayton R., Marco A. Maurer Garcia, Milton Fernandes Guterres, Zilmar R. Unikowski

Pesquisas em Geociências, 9 (1): 92-108, Mai./Ago., 1978.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21782>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Mai./Ago., 1978.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

COORDENADOR
Flavio Koff Coulon³

EQUIPE DE TRABALHO
Borges Dornelles Larratea¹
Darci de Souza Picada²
João Pedro Sperb Barcellos⁴
José Anderson Clayton Rodrigues⁵
Marco Antonio Maurer Garcia⁶
Milton Fernandes Guterres⁷
Zilmar Renato Unikowski⁸

SINOPSE

Grupos e formações geológicas componentes da coluna estratigráfica do Rio Grande do Sul, com expressão geotecnológica, são descritos em termos amplos e gerais, num trabalho preliminar de reunião de dados a respeito de suas litologias predominantes, morfologia, drenagem, vegetação, possibilidades de água subterrânea e características geotécnicas interessáveis à construção civil, estradas, fundações, barragens etc.

ABSTRACT

Geological groups and formations of the stratigraphic column of Rio Grande do Sul which have a geotechnological expression are described in a broad sense. Informations are given about lithology, morphology, drainage, vegetation, groundwater possibilities and geotechnical characteristics applied to roads, foundations, dams etc.

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

A Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE solicitou do seu representante para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina

que fosse traçado o 'Panorama Geotecnológico do Rio Grande do Sul e Santa Catarina'.

Entendendo que esse tipo de trabalho não pode nem deve ser efetuado individualmente mas, sim, que deve ser o somatório do máximo de experiências e conhecimento que se pudesse reunir entre o maior número possível de colegas interessados no assunto, foi efetuado um chamamento entre esses colegas, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, para a formação de uma equipe de trabalho para tratar do assunto em pauta.

Muito embora não se tenha conseguido obter a colaboração de colegas de Santa Catarina, foi possível reunir uma equipe de oito profissionais estudiosos da área da Geotecnia no Rio Grande do Sul, para trabalhar efetivamente no sentido de fornecer a ABGE um estudo preliminar sobre a geotecnologia dos diferentes complexos geológicos do Estado, ficando para uma etapa posterior a apresentação de estudo semelhante relativo ao Estado de Santa Catarina.

O mérito principal desse estudo reside, sem dúvida, no fato de que, pela primeira vez no Estado, se logrou realizar um trabalho realmente de equipe no campo da Geotecnia, com resultados tão gratificantes que já se planejam outros estudos nesse campo, com a participação de novos interessados.

Em relação ao trabalho em si, optou-se pela apresentação de dados preliminares recolhidos em bibliografia e relatórios internos e, principalmente,

^{1, 5, 6} Geólogos do Setor Geotécnico do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem - DAER.

² Professor de Geologia Aplicada na Escola de Engenharia da UFRGS e Geólogo da Secretaria de Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul.

³ Professor de Geotécnica e Geologia Aplicada na Escola de Engenharia da UFRGS e de Mecânica dos Solos no Curso de pós-graduação no Centro de Hidrologia Aplicada do IPH-UFRGS - Consultor da TECNOSOLO.

^{4, 7} Engenheiros da Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC.

⁸ Geólogo.

pelo registro das experiências pessoais de cada participante da equipe no trato com os diferentes complexos geológicos. É evidente que o relativo pequeno volume de informações atualmente divulgado será, com o passar do tempo, substancialmente aumentado uma vez que, a partir de agora, existe implantada uma filosofia de aproveitamento das informações para divulgação em benefício da sociedade brasileira.

1.2. METODOLOGIA

Preliminarmente decidiu-se adotar como documento básico para o esboço do panorama geotecnológico do Estado, o Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:1.000.000, de autoria de Carraro et alii (1974), selecionando, a partir dele, os grupos e as formações que, por uma série de razões (expressão em área, importância econômica, importância geográfica, importância geotécnica etc.), mereciam ser destacadas para descrição.

Isso posto, foram divididas as tarefas entre os membros de equipe para que, sobre cada unidade selecionada, pesquisassem e informassem sobre aquelas características que lhes eram mais conhecidas e afins.

Finalmente, depois de várias sessões de debates e de relato do estado atual da pesquisa, foram entregues ao coordenador as informações obtidas as quais são englobadas de forma sistemática nesse trabalho.

A tabela I apresenta a Coluna Estratigráfica adotada na elaboração do mapa acima citado e serve de referência para entender e acompanhar o critério adotado para estabelecimento do Panorama Geotecnológico do Rio Grande do Sul.

2. PANORAMA GEOTECNOLÓGICO DO RIO GRANDE DO SUL

2.1. GRUPO CAMBAÍ

Localidade tipo: Arroio Cambaí, Vila Nova, município de São Sepé (coordenadas geográficas 30° 18' S e 53° 54' W).

Conjunto de migmatitos homogêneos e heterogêneos, representados respectivamente por embrechitos, anatexitos, diadisitos, epibolitos e agmatitos, apresentando contatos gradacionais.

Subordinadamente ocorrem ectinitos, leptinitos e gnaisses. Essas rochas são as mais antigas do embasamento cristalino e se caracterizam por duas seqüências distintas: a inferior, denominada seqüência parametamórfica, é constituída por migmatitos heterogêneos; a superior, seqüência ortometamórfica, é formada por migmatitos heterogêneos básicos e migmatitos homogêneos quartzo-monzoníticos e quartzo-gabro - sódicos. Entremeados nas seqüências anteriores ocorrem ectinitos.

Integram o Grupo Cambaí, o Sienito Piquiri e o Anortosito Capivarita e bem como os granitos tipo Caçapava do Sul, tipo Canguçu e tipo Encruzilhada do Sul. Foi atribuído ao Anortosito Capivarita a idade mais antiga da seqüência do embasamento.

Sob o ponto de vista tectônico, o Grupo se caracteriza por estruturas planares e lineares com direções que variam de N 10° E e N 70° E, preferencialmente N 25° E. Os mergulhos são subverticais, para SE ou NW, originando anticlinais e sinclinais segundo um padrão holomórfico. Os falhamentos dispõem-se na direção nordeste, predominantemente N40° E onde se alinham granitos, localmente, graissens e pegmatitos.

Relevo ondulado a forte ondulado, elevado, freqüentemente formando divisores de águas. São comuns superfícies ásperas devido a "lajeados" aflorantes e matacões expostos.

A drenagem é dendrítica e retangular, localmente radial centrífuga e do tipo "pincer lake". Regionalmente, possui um freqüente controle estrutural devido aos falhamentos.

A vegetação é rasteira (campos) com concentrações arbustivas de porte médio disseminados. Ocorrem vassourais e capoeiras bem como matas virgens pobres, estas especialmente junto aos cursos d'água.

Exibe possibilidades de água subterrânea de boa qualidade no manto residual e, especialmente, nas zonas diaclasadas. Sua exploração nem sempre é fácil face a dureza das rochas e a presença de matacões no perfil.

Predominam solos arenosos, areno-argilosos e argilo-arenosos que, em geral, apresentam muito boas condições de fundação. Para cargas pequenas e médias poderão ser empregadas fundações diretas rasas; para grandes cargas, fundações diretas rasas ou profundas ou fundações por estacas, dependendo dos resultados das sondagens.

Do ponto de vista de terraplenagem o Grupo

TABELA 1

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

ERA	PERÍODO	IDADE	GRUPO SUB-GRUPO	FORMAÇÃO	FÁCIES/MEMBRO		
CENOZÓICO	QUATER- NÁRIO	HOLOCENO			Depósitos Recentes		
		PLEISTOCENO	PATOS	ITAPUÃ			
				CHUIÍ	Santa Vitória		
					Taim		
	Piratini						
	TERCIÁRIO	MIOCENO	S/DENOM. (BACIA DE PELOTAS)	GRAXAIM			
				GRAVATAÍ			
				SANTA TECLA			
				TUPANCIRETÃ			
				MESOZÓICO	CRETÁCEO	SÃO BENTO	SERRA GERAL
BOTUCATU							
ROSÁRIO DO SUL	Fluvial Santa Maria						
PALEOZÓICO	PERMIANO	PASSA DOIS	ESTRADA NOVA	Armada Caveiras			
			IRATI	Valente Tiaraju			
	PERMO CARBONI- FERO	TUBARÃO	GUATÁ	PALERMO			
				RIO BONITO			
			ITARARÉ	SUSPIRO			
				BUDÓ			
	CAMBRIANO	CAMAQUÃ	BOM JARDIM	GUARITAS			
				STA. BÁRBARA	Rodeio Velho Acamp. Velho Hilário		
				CRESPOS			
				ARROIO DOS NOBRES	Vargas Mangueirão		
				MARICÁ			
	PRÉ-CAMBRIANO	PORONGOS	CAMBAÍ	VACACAIÍ			
				CERRO MANTIQUEIRAS			
Granitos				Canguçu Encruzilhada Caçapava Sienito Piquiri Anort. Capivarita			

Cambaí apresenta materiais diversos, de primeira, segunda e terceira categorias, variante em função do desenvolvimento do manto de alteração dos granitos.

Os materiais de primeira e segunda fornecem ótimas jazidas para reforço do subleito e sub-base, enquanto os de terceira fornecem material para bases de brita e pavimento de concreto.

Os tipos de pavimentos adotáveis são: rígidos (solo estabilizado, concreto de cimento Portland ou brita-cimento) ou flexíveis (solo estabilizado, areia-brita, brita graduada ou concreto-asfáltico).

A brita pode ser obtida dos granitos ou gnaisses devendo-se tomar cuidado com as rochas orientadas.

De maneira muito geral, os índices físicos das argilas situam-se, em média, em torno de $LL=45\%$ e $IP=17\%$ e os dos saibros, $LL=30\%$ e $IP=12\%$ sendo que o CBR desses materiais situam-se, em média, em torno de 14 e 70, respectivamente.

A estabilidade dos cortes é, em geral, boa, porém há que se tomar cuidado em zonas de rochas tectonizadas.

Essas mesmas considerações se aplicam às condições de estabilidade e percolação subterrânea das rochas desse grupo, como fundação e ombreiras de barragens ou sedes de túneis.

2.2. GRUPO PORONGOS

2.2.1. FORMAÇÃO CERRO MANTIQUEIRAS

Localidade tipo: Cerro da Mantiqueira, a 13km de Lavras do Sul (coordenadas geográficas $30^{\circ}52'S$ e $54^{\circ}00'W$).

Unidade representada por uma seqüência ortometamórfica de serpentinitos, dunitos, peridotitos, listvanitos, piroxenitos, andesitos, lavas almofadas e aglomerados ofiolíticos não espelíticos diferenciados bem como talco-clorita-xistos, magnetita-clorita-xistos e actinolita-xistos, sem grande expressão regional.

Relevo ondulado formando, nos talco-xistos, cristas paralelas e, nos serpentinitos, elevações (cerros).

Drenagem comumente peniforme, dendrítica, ou paralela, com alta densidade.

Ocorrem matas densas e campos limpos com boas condições de pastagens sobre os talco-xistos.

Precárias condições de obtenção de água subterrânea.

Predominam os solos argilosos e argilo-arenosos com regulares condições de fundação. Para cargas pequenas, será possível adotar-se fundação direta; para cargas médias a grandes, as fundações deverão ser diretas profundas ou por estacas, dependendo do resultado das sondagens.

Os solos são, em geral, pouco espessos, fornecem principalmente materiais de segunda e terceira categorias e são muito plásticos; as rochas não servem para agregados.

2.2.2. FORMAÇÃO VACACAÍ

Localidade tipo: cabeceiras do Rio Vacacaí, município de São Gabriel (coordenadas geográficas: $30^{\circ}36'S$ e $54^{\circ}06'W$).

Constituída por duas seqüências metassedimentares: a inferior, denominada de seqüência marinho-terrágena basal, é constituída de meta-quartzitos, metaconglomerados, clorita-xistos e xistos-grafíticos; a superior, denominada de seqüência calcárea, é formada por mármore, clorita-xistos, clorita-sericita-xistos e sericita-xistos.

Outros autores incluem nessa formação meta-riolitos, meta-andesitos e meta-basaltos. Ocorrem ainda pegmatitos, veios quartzosos auríferos. Gnaisses turmalinizados e hidrotermalitos, mineralizados a estanho e tungstênio.

Relevo forte ondulado com cristas alinhadas, regionalmente elevado.

Drenagem peniforme densa com freqüentes alinhamentos controlados pela tectônica.

Vegetação rasteira e arbustiforme baixa, muito densa com excessão dos quartzitos, onde é pobre, predominando os vassourais.

Poucas possibilidades de água subterrânea que é pouco procurada face à disponibilidade de águas superficiais. Água salobra próxima ou sobre os mármore.

Predominam solos argilosos e, eventualmente, areno-argilosos com regulares condições de fundação, quando espessos. Para cargas pequenas poderão ser empregadas fundações diretas; para médias e grandes cargas deverão ser empregadas fundações diretas profundas ou indiretas (estacas), dependendo do resultado das sondagens.

Solos geralmente bastante espessos nos xistos e quase ausentes nos quartzitos e mármore; nos xistos desenvolve-se principalmente material de primeira, e, nos quartzitos, de terceira categoria.

Os solos dos xistos são altamente plásticos e apresentam baixos valores de CBR, em média 6.

A estabilidade de taludes deverá merecer especial atenção principalmente nos cortes em quartzitos que em geral se apresentam intensamente diaclasados formando blocos ou matacões soltos.

Rochas que requerem intensa pesquisa geotécnica quando sede de obras civis de grande porte, tais como barragens, túneis etc.

2.3. FORMAÇÃO MARICÁ

Localidade tipo: Serra de Maricá, entre São Gabriel e Lavras do Sul (coordenadas geográficas 30°31'S e 53°32'W).

Constituída por uma espessa seqüência sedimentar depositada, geralmente, em fossas tectônicas tendo por componentes arenitos arcósios, por vezes conglomeráticos, intercalados com siltitos e grauvas com estrutura rítmica. As intercalações conglomeráticas apresentam seixos de xistos, quartzitos e granitos em matriz arcósiana, localmente com acamadamento gradacional. Todo o conjunto de rochas sedimentares apresenta um avançado grau de diagênese. Os sedimentitos são duros, compactos, fortemente cimentados, apresentando recristalizações apreciáveis. A cor dominante é a cinza, subordinadamente rosa, púrpura, vermelho e verde. A espessura da formação deverá ser superior a 700 m.

Relevo ondulado a suave ondulado, com alguns tabuleiros muito dissecados.

Drenagem dendrítica a subparalela, com alta densidade.

Vegetação na forma de campos com arbustos e mata-galeria.

Poucas possibilidades de águas subterrâneas face ao alto grau de diagênese das rochas.

Predominam solos pouco espessos de tal modo que, em geral, as fundações deverão ser diretas, independentemente das cargas, assentadas diretamente sobre a rocha. Inobstante, dependendo do vulto do empreendimento e das cargas em jogo, deverá ser efetuada uma campanha de sondagem.

Em termos de terraplenagem os materiais ocorrentes são quase que totalmente de segunda e terceira categoria; ocasionalmente podem surgir jazidas de argila. Inexiste material pétreo para brita; o arenito recozido com textura microgranítica merece cuidado especial pois sua aparência é enganosa.

Os cortes em arenitos mergulhantes e diaclasados podem ser instáveis.

Trata-se de uma unidade que requer uma pesquisa geotécnica elaborada quando sede de obras civis de grande porte tais como barragens, túneis, etc.

2.4. GRUPO BOM JARDIM

O Grupo Bom Jardim foi definido para reunir tanto as seqüências sedimentares como as vulcânicas, andesíticas e riolíticas situadas entre a Formação Maricá e o Grupo Camaquã.

É constituído por duas formações: a Formação Arroio dos Nobres e a Formação Crespos.

2.4.1. FORMAÇÃO ARROIO DOS NOBRES

Localidade tipo: Arroio dos Nobres, a Sudeste de Pinheiro, município de Encruzilhada do Sul (coordenadas geográficas 30°42'S e 52°57'W).

Pacote de rochas compostas de espessas camadas de grauvas e siltitos ritmicamente intercalados, conglomerados e arcósios, recortada por intrusões andesíticas onde ocorrem mineralizações de cobre.

Subdivide-se em dois membros: Mangueirão e Vargas.

O membro Mangueirão é constituído por seqüências bem acamadadas de arenitos feldspáticos ou micáceos, grauvas micáceas, arcósios, siltitos micáceos e folhelhos ritmicamente intercalados, atingindo espessuras de 3000 metros. É bem compactado e cimentado e a direção de seus estratos varia de N 10°E a N 70°E, com ângulos de mergulho variando, da base para o topo, de 60° até 30° para Noroeste.

O membro Vargas é composto de conglomerados e arenitos conglomeráticos de cor marrom avermelhado, com estratificação grosseira, ocasionalmente gradacional. A espessura estimada é da ordem de 1000 metros.

O primeiro apresenta relevo suave ondulado, drenagem dendrítica a subparalela, vegetação rasteira com mata galeria e possibilidades de água subterrânea em alguns de seus arenitos que apresentam, localmente, boa porosidade e permeabilidade; o segundo, se caracteriza por um relevo ondulado a forte ondulado, drenagem dendrítica tendendo a pinada, vegetação arboriforme e apresen-

ta poucas possibilidades de água subterrânea.

Os solos são predominantemente arenosos e localmente argilosos, com espessuras bastante variáveis. A definição do tipo de fundação dependerá, pois, do resultado das sondagens, podendo variar de diretas de pequena profundidade até indiretas profundas.

O manto de alteração fornece, na terraplenagem, materiais de primeira, segunda e terceira categorias.

Inexistem jazidas de pedra para brita nessa formação.

Quando os arenitos são pouco litificados podem ser aproveitados como boas jazidas para solo-cimento (CBR \approx 15).

Cortes em conglomerados pouco litificados poderão exigir estudos especiais de estabilidade e obras de construção.

2.4.2. FORMAÇÃO CRESPOS

Localidade tipo: próximo à mina dos Crespos, município de Lavras do Sul (coordenadas geográficas 30° 30'S e 53° 50'W).

Associação de rochas vulcânicas e rochas sedimentares ricas em detritos vulcânicos que repousa discordantemente sobre a Formação Arroio dos Nobres e é recoberta discordantemente pela Formação Santa Bárbara.

Integram essa formação os membros Hilário e Acampamento Velho. O primeiro, é caracterizado por seqüências vulcânicas de composição andesítica, formadas por lavas, intrusões hipoabissais e piroclásticos, com intercalações de grauvas, arenitos arcosianos e siltitos de cor marrom avermelhado com cerca de 600 metros de espessura. É comum a ocorrência de mineralizações cupríferas.

O relevo é ondulado a forte ondulado, formando platôs dissecados nos riolitos, facilmente reconhecíveis em aerofotos.

A drenagem é dendrítica, localmente radial, freqüentemente controlada por fraturas do terreno e se apresenta com densidade média a alta.

A vegetação caracteriza-se por campos e capões com concentrações arbustiformes.

As possibilidades de água subterrânea são muito reduzidas, com algumas possibilidades em zonas de fraturamento.

Solos argilosos e arenosos com espessuras variáveis, normalmente pouco espessos. O tipo de

fundação será definido pelos resultados das sondagens. Normalmente os solos apresentam razoável capacidade de carga e a ausência de um nível freático superficial facilita a adoção de fundações diretas.

Em termos de terraplenagem os solos apresentam materiais variáveis, de primeira a terceira categorias.

Os andesitos e os riolitos podem fornecer material pétreo para brita utilizável em pavimentos de concreto-asfáltico.

Problemas de instabilidade de cortes e taludes apenas nas zonas de fraturamento mais intenso.

2.5. GRUPO CAMAQUÃ

Esse Grupo compreende as formações Santa Bárbara e Guaritas.

A Formação Santa Bárbara constitui a base do grupo Camaquã sendo caracterizada por conglomerados basais, com estratificação cruzada, intercalações de grauvas conglomeráticas, arcósios e grauvas intercaladas com siltitos e folhelhos. A cor é marrom-avermelhado. Essa seqüência é normalmente superposta por siltitos e folhelhos micáceos, laminados; este conjunto grada para arenitos conglomeráticos com delgadas intercalações de conglomerados, arenitos finos e siltitos.

Essa formação, cuja localidade tipo localiza-se no Arroio Santa Bárbara, no município de Caçapava do Sul (coordenadas geográficas 30° 34'S e 53° 38'W), dispõe-se em estruturas do tipo homoclinal geralmente em direção Nordeste e mergulho entre 30° e 40° ora para sudeste ora para noroeste. Localmente ocorrem sinclinais e anticlinais associadas a falhamentos.

Intercalados concordantemente nos arenitos arcosianos aparecem derrames de lavas andesíticas, de cores avermelhadas, que foram designados como Membro Rodeio Velho.

A Formação Guaritas tem sua localidade tipo em Guaritas, município de Caçapava do Sul (coordenadas geográficas 30° 40'S e 53° 31'W) e se constitui de dois pacotes litológicos. O basal consta de conglomerados com matriz arcossiana, com seixos arredondados dispostos em leitos que se alternam com arenitos arcossianos. O superior é constituído de arenitos finos, grauvas, folhelhos e siltitos. Os arenitos são normalmente quartzosos, com grãos subarredondados, de cor vermelho vivo com

bandas amarelo-claro ou verde. A espessura média do pacote é de 80 m.

A formação apresenta-se recortada por falhas com suaves arqueamentos atribuídos à reativação tectônica. Os falhamentos que afetaram esta formação são de direção N50°W e N60°W; segundo esta direção preferencial ocorrem diques de diabásio.

No conjunto, a Formação Guaritas assume uma disposição espacial horizontal ou sub-horizontal.

O Grupo Camaquã origina um relevo ondulado a forte ondulado com abundantes rochedos aflorantes e freqüentes mesetas na Formação Guaritas.

A drenagem é subparalela a angular, de baixa densidade a média, freqüentemente controlada pela tectônica.

A vegetação é arbustiforme distribuída entre os "lajeados" aflorantes.

Devido ao elevado grau de diagênese, as rochas desse grupo apresentam fracas possibilidades de água subterrânea, com excessão de zonas com baixa cimentação onde pode ocorrer alguma água.

Os solos apresentam espessuras variáveis mas predominam visivelmente os solos delgados, o que confere ao grupo, de um modo genérico, muito boas condições de fundação de obras civis.

Na terraplenagem predominam os materiais de terceira categoria. Não existem pedreiras mas os conglomerados oferecem excelentes condições para fornecimento de material pétreo.

Os cortes, nesses materiais, apresentam normalmente bastante estabilidade; cuidados especiais deverão ser tomados em zonas tectonizadas.

2.6. FORMAÇÃO CANELEIRAS

Localidade tipo: Arroio Caneleiras, próximo a Boa Vista, no município de Encruzilhada do Sul (coordenadas geográficas 30°52'S e 52°50'W).

Trata-se de um conjunto de rochas sedimentares que ocorrem capeando os cerros Partido, Mateus Simões e Tabuleiro da Vigia: arenitos, ocasionalmente conglomeráticos, conglomerados e siltitos, fortemente litificados e diaclasados, com espessura máxima de 200 m.

Relevo suave com freqüente formação de tabuleiros.

Drenagem dendrítica a subparalela, de densidade baixa.

Vegetação caracterizada por campos limpos com algumas concentrações arbóreas.

Possibilidades médias a boas de água subterrânea em certas zonas de arenito menos litificados; fracas possibilidades nos siltitos.

Predominam os solos argilosos, siltosos e arenosos com espessuras variáveis. Regulares a boas condições de fundação, a serem investigadas através de sondagens ou inspeção visual.

Materiais de primeira e segunda categoria na terraplenagem. Possibilidades de algum material pétreo nos conglomerados.

2.7. GRUPO TUBARÃO

O Grupo Tubarão está, atualmente, dividido em dois subgrupos: um inferior, Subgrupo Itararé e um superior Subgrupo Guatá.

O Subgrupo Itararé é composto pelas formações Budó e Suspiro, respectivamente, de origem marinha e glacial, sem apresentar qualquer evidência de contemporaneidade entre si.

O Subgrupo Guatá compreende as formações Rio Bonito e Palermo. Embora a distinção entre estas duas formações seja relativamente evidente devido à caracterização litológica particular de cada uma delas, em zonas de transição esta diferenciação torna-se difícil obrigando a utilização do termo Subgrupo Guatá para designar o conjunto litológico.

Em superfície, a espessura do Guatá varia de 80 a 180 m.

2.7.1. FORMAÇÕES BUDÓ E SUSPIRO

A Formação Budó tem sua localidade tipo no km 452 da estrada Bagé-Lavras, com coordenadas 30°52'S e 52°02'W e é constituída por siltitos de cor creme, siltitos arenosos cinza claro a escuro, arenitos e raros conglomerados, com ocorrências confinadas no interior de vales alongados, escavados no escudo cristalino; os mergulhos são da ordem de 10 a 30° e convergentes para o centro dos vales. A origem é marinha e a espessura, de no máximo 40m.

A Formação Suspiro é representada pelo conjunto de litologias formadas em ambiente glacial, fluvio-glacial e limno-glacial, tais como tilitos, varvitos, siltitos, arenitos, folhelhos e diamictitos. Sua localidade tipo localiza-se junto a Estação

Suspiro, município de São Gabriel (30°31'S e 54°21'W) e suas ocorrências em superfície são bastante restritas e isoladas, raramente atingindo 30 m de espessura, encontrando-se confinadas no interior de vales escavados na periferia do escudo cristalino.

O relevo dessas formações não possui qualquer expressão regional.

O padrão de drenagem é dendrítico, com alta densidade.

Predominam os campos limpos.

Inexistem dados sobre água subterrânea nessas formações mas as possibilidades devem ser mínimas.

As condições de fundação dependerão de uma pesquisa geotécnica pois há variação grande nas características do subsolo que ora se apresenta argiloso, siltooso, arenoso, ora se apresenta na forma de rocha sã.

Na terraplenagem ocorrem materiais de primeira e segunda categorias sendo que não existem jazidas de materiais pétreos nessas formações.

Especial atenção deverá ser dada ao problema de estabilidade de cortes.

2.7.2. FORMAÇÃO RIO BONITO

Localidade tipo: margem do Rio Bonito, município de Lauro Müller, em Santa Catarina (coordenadas geográficas 28° 25'S e 49° 25'W).

No Rio Grande do Sul, ocorre em uma faixa marginal ao Escudo Sul-rio-grandense e é constituída por sedimentos clásticos e organógenos representados por arenitos quartzosos, arenitos feldspáticos, diamictitos, folhelhos carbonosos e carvão. Em superfície apresenta espessura superior a 80 m.

Apresenta um relevo suave ondulado com frequentes rupturas de relevo em curvas de nível (tendência ao relevo tabular no arenito ferruginoso).

Drenagem dendrítica, subparalela, com algum controle estrutural e com densidade média a baixa.

Vegetação: campos limpos e vassourais.

Os arenitos oferecem ótimos aquíferos; os folhelhos carbonosos e carvões são péssimos aquíferos tanto em quantidade como em qualidade d'água.

Solos de características e espessuras variáveis em função da litologia aflorante: argilosos, arenosos ou siltoosos o que leva a cuidados especiais na definição do tipo de fundação a adotar. Normal-

mente, para cargas pequenas a médias se poderá optar por fundação direta rasa; para cargas elevadas, as fundações deverão ser profundas. Inobstante, em certos locais, especialmente onde os arenitos apresentam cimento ferruginoso, poderão ser adotadas fundações diretas com cargas elevadas. A pesquisa geotécnica é de fundamental importância na definição do tipo de fundação.

Em termos de terraplenagem apresentam-se os três tipos de categorias de materiais sendo que, nos arenitos ferruginosos geralmente é necessária a utilização de dinamite no desmonte. Inexiste material para brita; podem ser encontradas jazidas de argila com bons índices suporte e também jazidas de material para solo-cimento (CBR \approx 18).

2.7.3. FORMAÇÃO PALERMO

Localidade tipo: município de Palermo, em Santa Catarina (coordenadas geográficas 28°25'S e 49°25'W).

É constituída por intercalações lenticulares de arenitos finos, siltitos e folhelhos sílticos, micáceos, dando ao conjunto uma estrutura do tipo "flaser". Quando fresca, a rocha apresenta cores que variam de cinza claro a cinza escuro, finalmente intercaladas e que se alteram para tonalidades verdes e amarelas quando oxidada. A espessura total da formação varia de 40 a 120 m.

Esse pacote forma um relevo ondulado, apresenta uma drenagem dendrítica com frequentes exudações do lençol freático e com alta densidade, uma vegetação caracterizada por campos limpos e muito precárias possibilidades de água subterrânea.

As rochas apresentam-se em geral, bastante decompostas de tal modo que cuidados especiais devem ser tomados no estudo de fundações de obras civis sobre esses materiais.

Normalmente apresentam solos argilosos bastante espessos, facilmente saturáveis, com baixíssimos valores de CBR: as estradas que cortam essa formação apresentam graves problemas de conservação se tornando intransitáveis após períodos chuvosos.

Qualquer trabalho de engenharia envolvendo esses sedimentos Palermo deverá ser precedido de cuidadosos estudos geotécnicos.

2.8. GRUPO PASSA DOIS

Estratigraficamente acima das rochas do Gru-

po Tubarão destaca-se uma seqüência de lutitos e rochas arenosas finas, de cores cinza e vermelho que constituem o Grupo Passa Dois.

Compreende as formações Irati e Estrada Nova. Na faixa de afloramentos, as rochas deste Grupo ocorrem em altitudes variáveis, não ultrapassando 200 m; a espessura atinge um máximo de 110 m em superfície.

2.8.1. FORMAÇÃO IRATI

Localidade tipo: cidade de Irati, Estado do Paraná (25°29'S e 50°39'W).

O termo Irati foi proposto para definir um folhelho preto, espesso, com boa laminação e faixa de afloramento que se estende de São Paulo ao Rio Grande do Sul. Atualmente é considerado, no Rio Grande do Sul, como limitado inferiormente (contato com a Formação Palermo) por um nível caracterizado pelo aparecimento de concreções calcáreas de coloração amarelo-palha, lenticulares e variando de 0,30 a mais de 1 metro e superiormente pelo aparecimento das lentes calcáreas amarelo-palha (contato com Estrada Nova).

O conjunto de sedimentitos situados entre os níveis guias acima descritos constitui a Formação Irati na qual se distinguem ainda, duas fácies: Tiaraju e Valente.

A fácies Tiaraju é constituída por sedimentitos que ocupam a posição basal na formação sendo caracterizada por duas camadas de folhelho preto, pirobetuminoso, com lentes calcíferas associadas. Nas camadas de folhelho pirobetuminosos intercalam-se folhelhos acinzentados, sílticos, com fratura concóide, contendo concreções calcárias de cor amarelo-palha. A área tipo situa-se ao sul e a leste da estação ferroviária de Tiaraju, no município de São Gabriel e a espessura máxima estimada para essa fácies é de 40 m.

A fácies Valente é restrita à região meridional da bacia. Compreende folhelhos cinza-claro a cinza-chumbo, sílticos, com laminação cruzada, com lentes e concreções calcáreas. Localmente intercalam-se siltitos e arenitos finos, de cor cinza, micáceos.

A formação apresenta-se com relevo suave ondulado, quase plano, drenagem dendrítica com freqüentes exudações do lençol freático e alta densidade, vegetação na forma de campos limpos e péssimas possibilidades de água subterrânea que,

quando aparece, é de má qualidade.

Apresenta solos espessos com baixa capacidade de carga. Normalmente demandam formações profundas, facilitadas por um lençol freático também profundo ou inexistente. As obras civis demandam uma pesquisa detalhada das condições de fundação uma vez que existe intensa variação lateral e vertical das características do subsolo.

A terraplenagem é relativamente fácil, quase que exclusivamente em material de primeira e segunda. Entretanto, quando o folhelho apresentasse são, poderá demandar desmonte com explosivos.

A formação não apresenta materiais utilizáveis em pavimentação e os seus índices de suporte são normalmente baixos.

Os folhelhos, em geral, apresentam-se diaclados e, quando betuminosos, podem apresentar uma desagregação progressivamente cada vez mais acentuada devido a fenômenos de oxidação. Essa desagregação é, por vezes um problema sério a ser enfrentado em cortes nesse material, além dos decorrentes de sua estabilidade natural que não é grande.

2.8.2. FORMAÇÃO ESTRADA NOVA

Localidade tipo: Estrada Nova (estrada do Rio do Rastro, entre os km 13 e 18) a Oeste da cidade de Lauro Müller, Santa Catarina (28°23'S e 49°30'W).

A formação é constituída de folhelhos e siltitos pouco arenosos que se alteram nas cores vermelho, verde ou cinza-azulado, em faixas irregulares de espessuras variáveis. Na parte superior essas litologias começam a tornar-se mais arenosas, formando ocasionalmente camadas de arenitos finos, vermelho a cinza, calcíferos, micáceos, maciços ou com estratificação cruzada, ora planar de pequeno ângulo, ora acanalada. Os arenitos aumentam de espessura em direção ao topo, tornando-se caracteristicamente fluviais e passam a predominar sobre os sedimentitos mais finos. Esta zona é arbitrariamente considerada como o contato superior da formação.

A parte inferior da formação, caracterizada pela abundância de pelitos, onde as cores cinza e vermelho se alternam e são comuns às concreções calcáreas elipsoidais, é considerada como fácies Caveiras (localidade tipo: Cerro Caveiras, município

de Dom Pedrito). A parte superior, caracterizada por abundantes intercalações arenosas nos lamitos vermelhos e por grandes concreções calcíferas de forma elipsoidal, achatadas com diâmetros da ordem dos 2 m, é chamada fácies Armada (área tipo: BR/293, entre Dom Pedrito e Livramento a leste do rio Ibicuí da Armada).

Espessura total aproximadamente 80 m.

A Formação Estrada Nova apresenta relevo suave ondulado, quase plano, com declives naturais suaves e médios, drenagem dendrítica com freqüentes exudações do lençol freático e alta densidade, vegetação de campos limpos, matas, pastagens e culturas e péssimas possibilidades de água subterrânea.

Solos de alteração com espessuras pequena a média, normalmente argilosos. Condições de fundação de obras civis em geral boas: fundações diretas ou indiretas curtas.

Terraplenagem fácil, em materiais de primeira e segunda categorias; às vezes necessita uso de explosivos em bancos de arenitos. Camadas impenetráveis a trato entre 1 e 3 m. CBR baixos: até 10; LL 35% e IP 13%, em média. Suporte de mau a regular nos siltitos e bom nos arenitos. Não oferece boas condições de compactação. Estabilidade de cortes geralmente boas. A estratificação quase horizontal ajuda a manter os taludes que, em certos locais, poderão ser quase verticais.

2.9. GRUPO SÃO BENTO

Atualmente abrange as formações Rosário do Sul, Botucatu e Serra Geral considerando-se as camadas Santa Maria, por certos autores considerada como formação, uma fácies da primeira.

2.9.1. FORMAÇÃO ROSÁRIO DO SUL

Nome proposto para designar o pacote de rochas sedimentares que ocorre entre a Formação Estrada Nova e a Formação Botucatu e cuja localidade tipo encontra-se na BR/290, no município de Rosário do Sul.

Compreende duas fácies: uma tipicamente fluvial e de planície de inundação e outra lacustre, que constitui a fácies Santa Maria, somando o conjunto aproximadamente 300 m de espessura.

A fácies fluvial apresenta uma grande variação litológica em grandes corpos lenticulares de are-

nitos vermelhos de granulação média e fina a muito fina, com estratificação acanalada de variada amplitude que ora se encaixam e ora são recobertos por arenitos muito finos e siltitos que se apresentam ou maciços ou com estratificação ondulada, paralela ou cruzada de pequeno ângulo. As litologias finas são mais duras que os arenitos e ocasionalmente calcícticas; ocorrem, freqüentemente, concreções calcárias esféricas ou elipsoidais, de 2 a 30cm, formando níveis ou disseminadas dentro do conjunto.

A fácies inferior compreende uma seqüência de siltitos e folhelhos com uma espessura média de 10 m sobre a qual se sobrepõem cerca de 40 m de lamitos vermelhos com concreções calcíferas e répteis fósseis de grande porte. A parte superior é formada predominantemente por arenitos de granulometria variada, com estratificação acanalada, nas quais se intercalam clásticos finos principalmente siltitos.

Relevo suave ondulado, com colinas arredondadas, declives naturais de suaves a médios.

Drenagem dendrítica tendendo a subparalela com densidade baixa a média.

Vegetação de matas-galeria, culturas e pastagens.

Regular a bom aquífero nos arenitos com estratificação acanalada da fácies fluvial e mau nas rochas da fácies lacustre.

Regulares a boas condições de fundação de obras civis, função do maior ou menor desenvolvimento do solo argiloso residual ou do solo coluvial que, nas proximidades do contato com o Botucatu, passam a ocorrer. A pesquisa geotécnica com sondagens a percussão e, eventualmente quando o empreendimento atinge certo vulto, rotativa ou de penetração estática ("diepsondering") é fundamental.

Camadas impenetráveis a trato entre 1 e 3 m; na terraplenagem aparecem basicamente materiais de primeira categoria sendo que ocasionalmente ocorrem camadas de arenito que podem ser classificadas como de segunda. CBR regulares: em média de 8 a 10; solos argilosos com CBR de 12 a 15 e solos siltosos de 1 a 4.

Suporte regular a bom. Regulares a boas características de compactação. Às vezes pode apresentar argilas expansivas.

Materiais utilizáveis, em geral, para reforço de subleito ou terraplenagem orientada. Na pavimentação podem ser utilizados como jazidas para sub-

base de solo melhorado com cimento e base de solo-cimento, solo-brita e, eventualmente, solo-asfalto.

Cortes geralmente estáveis, especialmente na fácies fluvial. Na fácies lacustre, em zonas cobertas com colúvios, há que se tomar precauções especiais.

2.9.2. FORMAÇÃO BOTUCATU

Localidade tipo: Serra do Botucatu, Estado São Paulo, ao longo da estrada de rodagem São Paulo-Botucatu (22° 53'S e 48° 25'W).

Designação proposta para arenitos de origem eólica, que apresentam estratificação cruzada de larga escala e que se encontram sotopostos ou intercalados nas lavas basálticas de Formação Serra Geral, atingindo uma espessura máxima de 150 m.

Os arenitos apresentam granulação fina a média, grãos subangulares e arredondados com superfície fosca e estratificação eólica típica e cores que variam entre o amarelo e o vermelho. A composição é essencialmente quartzosa, podendo-se observar localmente a presença de feldspatos. O cimento é de óxido de ferro (arenito friável), incipientemente silicificado ou silicificado alterado (arenito semi-friável) e silicificado (arenito muito duro).

Relevo suave ondulado a ondulado com colinas arredondadas e declives naturais médios na zona do arenito friável a semi-friável. Onde ocorre arenito silicificado surgem morros-testemunho isolados, com declives naturais praticamente verticais.

Drenagem como padrão dendrítico a subparalelo e com baixa densidade.

A vegetação é de matas, culturas e pastagens sendo comum a presença de coqueiros na paisagem.

Excelente aquífero, tanto quando aflorando como quando recoberto pelas lavas basálticas. É o melhor aquífero do Estado do Rio Grande do Sul.

Quando não existe cobertura coluvial, apresenta excelentes condições de fundação que poderão ser diretas; se essa cobertura existir, o tipo de fundação a ser empregado deverá ser pesquisado com cuidado.

Apresenta materiais de primeira, segunda e terceira categorias. Os materiais de primeira são utilizáveis para a execução de sub-base com solo melhorado com cimento e base de solo-cimento e

como material de coroamento para terraplenagem e reforço. Ultimamente tem-se evitado a utilização do arenito como reforço do subleito pois embora seja um material bastante nobre quanto ao poder suporte, apresenta o fenômeno de descompactação após chuvas prolongadas, ou seja, perde a densidade anteriormente atingida na compactação por deficiência de material coesivo. Como conseqüências da descompactação ocorre o aparecimento de ondulações, sulcos e até "borrachudos" no pavimento.

Camadas impenetráveis a trado entre 2 e 3 m. CBR elevados: de 15 a 20, em média.

Compactação relativamente difícil pois há dificuldade em se atingir as massas específicas secas máximas de projeto.

Desmorte relativamente fácil mas com desgaste violento do equipamento face a abrasividade da rocha nas zonas de arenito friável a semifriável; onde ocorre arenito silicificado o desmorte se fará com explosivos.

Regular a precária fonte de material de aterro: problemas na compactação e material muito erodível.

Ótimas condições de estabilidade nos cortes onde a rocha se apresenta sã, podendo os cortes serem verticais. Cuidados deverão ser tomados no dimensionamento dos taludes em zonas com cobertura coluvial espessa ou onde o arenito se apresentar diaclasado, o que ocorre, particularmente, no contato com a formação sotoposta.

2.9.3. FORMAÇÃO SERRA GERAL

Lavas básicas extrusivas de cor clara a escura, textura densa, intensamente diaclasadas, com espessura máxima de cerca de 1000 m na região de Torres, onde se constam até 13 derrames sucessivos, com esporádicas intercalações de arenito Botucatu ou brechas arenosas, que formam o planalto da Serra Geral.

Estudos recentes, ainda não publicados, revelam que os derrames mais jovens no Rio Grande do Sul, possuem composição visivelmente ácida o que virá a explicar uma série de comportamentos imprevistos, do ponto de vista geotecnológico, dessas lavas.

Relevo ondulado a forte ondulado, escarpado na borda do derrame. Declives moderados quando existem talus nos sopés ou abruptos quando aflora

a rocha. No topo do planalto o relevo chega a suave ondulado.

O padrão de drenagem é bastante heterogêneo. Predomina o padrão dendrítico a subparalelo com muito freqüente controle estrutural. Densidade de drenagem baixa na zona da fronteira (relevo suave a ondulado) e alta na zona do Alto Uruguai (relevo ondulado a forte ondulado).

Vegetação heterogênea: campos limpos com capões e araucária no planalto, mata virgem bastante desbastada nas escarpas que bordejam a depressão periférica do Estado e campos limpos, na fronteira oeste.

Possibilidade de água subterrânea variáveis: bom aquífero nas zonas diaclasadas que também, podem se apresentar eventualmente negativas.

Excelentes condições de fundação de obras civis quando a rocha é sã e pouco fraturada. Quando o manto de alteração é mais espesso, há necessidade de uma prospecção detalhada para evitar assentar as fundações sobre matacões. Normalmente a fundação direta sobre o solo argiloso deverá exceder a carga de 1 kg/cm². Em certas zonas do Estado (Santo Ângelo, Santa Rosa) ocorre um manto residual argiloso muito poroso que deve ser investigado a seco: sondagem a percussão avançando com trado ou "diepsondering", pois a circulação d'água pode mascarar os resultados dos ensaios de penetração.

O nível freático varia muito e deve ser determinado nas sondagens com muito cuidado.

O tipo de sondagem, por sua vez, deverá ser orientado em função do tipo de obra a construir.

Normalmente, apresenta condições desfavoráveis para fundação de barragens, especialmente do ponto de vista da permeabilidade as quais, para serem contornadas, implicam em grandes investimentos na injeção de caldas.

Boas condições de suporte quando a rocha não está alterada; regulares condições, via de regra, face a profunda intemperização e formação de material argiloso com, eventualmente, blocos dispersos.

Terraplenagem diversificada, com bons materiais para as obras rodoviárias. Pavimentos mais recomendados: rígidos em concreto-cimento e flexíveis em brita graduada, base negra e concreto asfáltico.

Valores médios: CBR = 10 a 20, LL = 50% e IP = 15%.

As jazidas de brita necessitam ensaios de sa-

nidade (2 a 20% de perda) e abrasão Los Angeles (10 a 50%) pois não é rara a presença de argilas expansivas no basalto cujo melhor nível para exploração é a zona maciça com diaclases verticais.

Boa estabilidade nos cortes quando a rocha é sã e pouco fraturada, admitindo taludes quase verticais. Quando intemperizados ou quando desmontados com planos de fogo mal dimensionados a tendência à queda de blocos ou desmoronamentos é grande.

Sills e diques de diásio pertencentes a essa formação cortam os sedimentitos Tubarão, Passa Dois e São Bento.

2.10. FORMAÇÕES TUPANCIRETÃ, SANTA TECLA e GRAVATAÍ

A Formação Tupanciretã é um conjunto litológico constituído de um conglomerado com seixos de basalto, arenitos e arenitos conglomeráticos e, por vezes, intercalações de camadas de argilito que ocorre discordantemente assentada sobre a Serra Geral, e cuja localidade tipo situa-se na internada da Cooperativa Rural Serrana Ltda., a cerca de 1 km da cidade de Tupanciretã (coordenadas geográficas 29°05'S e 53°46'W). Sua espessura média é de 15 metros.

A Formação Santa Tecla cuja secção tipo situa-se na Chapada Santa Tecla, no município de Bagé (coordenadas geográficas 31°15'S e 54°05'W) é composto de conglomerados, arenitos silicificados e arenitos ferruginosos numa espessura total de 60 m. Os conglomerados ocorrem apenas localmente, ocupando posição basal ou próxima da base de formação. Os seixos tem diâmetro máximo de 10 cm, são arredondados a subarredondados, de composição quartzosa e eventualmente de rochas graníticas e metamórficas. Apresentam-se com cimento silicoso ou calcífero, de cor esbranquiçada e matriz altamente silicificada, o que resulta na formação de verdadeiras crostas de sílica, que envolvem os seixos, emprestando à rocha um aspecto maciço. Os arenitos, normalmente maciços, apresentam cor vermelho-tijolo, branco-rosado ou branco, aspecto cavernoso e grau variável de silicificação. Arenito de cor avermelhada, de granulção média a fina, bem classificado, com grãos orientados a subarredondados é a litologia mais freqüente.

A Formação Gravataí compõe-se de cascalhos,

areias e argilas. Os cascalhos são constituídos de fenoclastos pouco trabalhados de arenitos da Formação Botucatu, basaltos da Formação Serra Geral e rochas sedimentares de unidade mais antigas, imersos em matriz de argilas arenosas de cor verde, marrom e vermelha. Associadas com esses depósitos ocorrem crostas ferruginosas. A localidade tipo desse conjunto situa-se na estrada Caveira-Rincão São João, no município de Gravataí (coordenadas geográficas 29°47'S e 50°50'W).

Essas formações têm uma relativa pequena expressão em termos de área aflorante, de relevo e de propriedades geotecnológicas cabendo, em certos casos especiais em que o investimento se justificar, realizar uma pesquisa geotécnica para resolver o problema específico: fundação, terraplenagem, jazidas etc.

2.11. GRUPO PATOS

Dentro desse grupo estão englobadas três unidades litoestratigráficas de espessuras variáveis: as formações Graxaim, Chuí e Itapoã.

A Formação Graxaim tem sua localidade tipo no povoado de Graxaim, município de Camaquã: Poço Gost-1-RS, da Petrobrás (coordenadas geográficas 30°59'S e 51°33'W) e consiste de areias feldspáticas que transgridem rochas terciárias a oeste da Lagoa dos Patos.

O ambiente de deposição é flúvio-lacustre, sendo que o fluvial possui duas características distintas: uma de ambiente semi-árido, sob a forma de leques aluviais, constituída de areias quartzosas grosseiras a médias, areias feldspáticas grosseiras, cascalhos e siltes; a outra, de planície aluvial, constituída de areias grosseiras e médias, com estratificação acanalada e, em menor quantidade, siltes e argilas com estratificação plano-paralela. Os depósitos lacustres são caracterizados por bancos e lentes de argilas verdes maciças, com até 3 m de espessura, que se intercalam nos depósitos fluviais.

A Formação Chuí cuja localidade tipo encontra-se na barra do Arroio Chuí, no extremo sul do Estado (33°45'S e 53°23'W) é um conjunto de depósitos arenosos representando uma deposição costeira, resultante das vacilações eustáticas durante o Pleistoceno. Assenta discordantemente sobre a Formação Graxaim. Possui forma de uma grande cunha adelgaçando-se para Oeste e uma espessura

máxima conhecida em torno de 45 m nas proximidades da atual linha de praia. Litologicamente está representada por areias finas a médias, bem selecionadas, maciças, de coloração amarelada, ocasionalmente marrom claro e escuro. É representada por quatro fácies: Guaíba, Piratini, Taim e Santa Vitória.

A Formação Itapoã, cuja localidade tipo se situa na península de Itapoã, município de Viamão (coordenadas geográficas 30°20'S e 51°00'W), é um pacote de areias quartzosas de granulação fina a média, de cores vermelho e marrom e, quando lixiviadas, branco ou amarelo com espessura média de 75 m.

Relevo plano a suave ondulado, drenagem com baixa densidade, sem um padrão específico, vegetação rasteira e fracas possibilidades de água subterrânea de boa qualidade e grandes vazões em poços.

Em se tratando de terrenos nitidamente arenosos, as condições de fundação são de um modo geral, boas. O emprego de fundações diretas superficiais com até 2 kg/cm² de pressão admissível é viável. O nível freático é normalmente elevado. A seleção do tipo de fundação não poderá prescindir de um estudo geotécnico através de sondagens.

A terraplenagem sempre se faz em material de primeira categoria, com dificuldades na manutenção do corpo estradal face a presença do nível freático elevado que satura as areias. Por outro lado, há a necessidade de se proteger os taludes dos aterros imediatamente após sua execução face a susceptibilidade à erosão pelos ventos e chuvas.

Materiais empregáveis em bases de solo-asfalto, solo-cimento e areia-asfalto. Eventualmente ocorrem depósitos de cascalho que poderão fornecer brita.

Os taludes nos cortes deverão ter inclinação menor que o ângulo de repouso das areias sendo que os sedimentos Graxaim são pouco mais estáveis.

Areias normalmente empregáveis em construção civil para concreto, filtros, drenos etc.

2.12. DEPÓSITOS RECENTES

Incluem-se neles os depósitos fluviais, eólicos, praias, paludais e deltáicos. Os depósitos fluviais

são constituídos de areias e cascalhos de calhas de rio assim como argilas e siltes de planícies de inundação. Constituem depósitos eólicos os siltes e as areias quartzosas de dunas. Os depósitos praias são constituídos de areias e siltes quartzosos formados em feixes de restingas. Os depósitos ocorrem sob a forma de turfeiras e argilas siltosas e arenosas, ricas em matéria orgânica. Os depósitos deltáicos são representados por sedimentos dos deltas dos rios Jacuí e Camaquã.

Materiais que, de um modo geral, oferecem péssimas condições geotécnicas para implantação de obras civis face a presença, no perfil, de camadas de argila mole.

A investigação geotécnica deverá ser sempre muito detalhada, com sondagens e ensaios especiais.

As areias de dunas poderão ser empregáveis em bases de areia-asfalto e alguns depósitos fluviais e deltáicos poderão servir como jazida de areia e cascalho.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CARRARO, C. C.; GAMERMANN, N.; EICK, N. C.; BORTOLUZZI, C. A.; JOST, H.; PINTO, J. F. 1974. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul*, escala 1:1000.000. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS (Mapa n. 8).
- COULON, F. K. 1974. *Mapa geotécnico das folhas de Morretes e Montenegro - RS*, escala 1:100.000. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS. (Mapa n. 7).
- FIGUEIREDO F^o, P. M. & BORTOLUZZI, C. A. 1976. *Léxico estratigráfico do Rio Grande do Sul. Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 6: 1-74.*
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. INCRA 1973. *Levantamento e avaliação de recursos naturais, sócio-econômicos e institucionais do Rio Grande do Sul*. Brasília, 2v.
- PICADA, D. S. 1970. *Geologia Aplicada; rochas ígneas*. Porto Alegre, CEUE.
- . 1970. *Geologia Aplicada; rochas metamórficas*. Porto Alegre, CEUE.
- ROBINSON, G. W. 1967. *Los suelos*. Barcelona, Omega.
- SANEJOUAND, R. 1972. *La cartographie géotécnique en France*. Paris, Ministère de l'Équipement et du Logement.