

CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DA REGIÃO DE MOGI-GUAÇU, SÃO PAULO

Giuliano DE MIO
Nilson GANDOLFI

RESUMO

A Cartografia Geotécnica é ferramenta básica em qualquer trabalho de planejamento da ocupação. Apresenta utilização ainda restrita devido à sua pouca divulgação. Neste trabalho é apresentada a Cartografia Geotécnica da Quadrícula de Mogi-Guaçu, com os mapas do substrato rochoso e de materiais de cobertura, e a avaliação geotécnica realizada através de uma tabela de propriedades geotécnicas referenciada ao mapa de materiais de cobertura.

ABSTRACT

Engineering geological mapping is an essential tool in planning the development of countries. It has had restricted use due to poor divulgation. This work presents the engineering geological mapping of Mogi-Guaçu Region, with maps of rock substract and surface materials. The geotechnical evaluation is lithogenetic, referred to surface material units and is presented on a table of geotechnical properties.

1 INTRODUÇÃO

A progressiva intensificação na utilização dos terrenos pelo homem, feita de maneira agressiva e inadequada, tem resultado em uma degradação ambiental progressiva e num aumento do custo de implantação das obras. Paralelamente, são constantes os conflitos de uso em diversas regiões.

O adequado conhecimento do meio físico pode tornar-se útil quando existir vontade política em se executar um planejamento regional de uso e ocupação dos terrenos. Nessa abordagem devem ser avaliados os parâmetros geotécnicos referentes a cada tipo de terreno, sendo que a precisão desta avaliação está intimamente associada à escala de execução dos trabalhos e à disponibilidade de dados. Muitas vezes, em grandes áreas e em pequenas escalas (1:100.000 e menores), a avaliação do comportamento geotécnico global dos solos e rochas pode e deve ser feita qualitativamente, priorizando atributos de fácil obtenção. Com o aumento da escala (1:25.000 ou 1:10.000), podem-se avaliar os parâmetros e atributos geotécnicos de maneira mais precisa, através da realização de uma quantidade representativa de ensaios que resultem na obtenção de parâmetros compatíveis com a aptidão a ser avaliada.

O presente trabalho enfoca os aspectos geotécnicos do terreno considerando como elemento geotécnico básico as unidades de materiais de cobertura, tendo recebido auxílio do CNPq (bolsa) e FINEP/PADCT.

2 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE MAPEAMENTO GEOTÉCNICO

O Mapeamento Geotécnico pode ser definido como uma ferramenta ou processo que procura caracterizar as propriedades do terreno de interesse para engenharia e planejamento, prevendo as interações entre os processos do meio físico, o homem e suas obras.

Mundialmente, existe uma ampla variedade de metodologias e sistemáticas de execução da cartografia geotécnica desenvolvidas, respeitando características físicas, políticas e sociais dos locais onde foram elaboradas. No entanto, os fatores a serem avaliados são comumente os mesmos em todas elas.

Da análise das diversas metodologias e sistemáticas existentes, observa-se que nenhuma delas pode ser aplicada fora do país ou região onde foi desenvolvida, sem que se realizem mudanças consistentes no seu arcabouço. Portanto, ao se pretender realizar a cartografia geotécnica de uma região, o bom senso da equipe executora é indispensável na obtenção dos objetivos propostos.

Desta maneira, um trabalho de cartografia geotécnica deve tratar da representação cartográfica das características do meio físico natural de imediato interesse às obras de engenharia. Dentre todos os aspectos a serem analisados, existirão alguns de maior ou menor importância para cada região e que devem ser priorizados em função da relevância que representem na avaliação das características de interesse (ARNOT & GRANT, 1974).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização

A área de estudo situa-se na porção Centro-Leste do Estado de São Paulo, entre os paralelos 22°15' e 22°30' e meridianos 46°45' e 47°00'.

Abrangendo toda a quadrícula de Mogi-Guaçu na escala 1:50.000, com área de 715 Km² (Fig. 1), englobando parte dos municípios de Mogi-Guaçu, Mogi-Mirim, Itapira e Pinhal.

3.2 Geologia

A área localiza-se em uma região de transição entre as rochas do Embasamento Cristalino e as da Bacia do Paraná.

Caracteriza-se por forte heterogeneidade litológica, englobando, no Embasamento Cristalino, gnaisses, granitos, xistos, quartzitos e rochas cataclásticas, de Idade Pré-Cambriana,

fortemente estruturada (xistosidade, fraturas e falhas) e com freqüentes contatos tectônicos entre as litologias. A porção da bacia do Paraná é constituída por rochas sedimentares pertencentes ao Grupo Tubarão, de idade cabonífera superior, representadas por arenitos, siltitos, argilitos e diamictitos, em uma interdigitação típica de depósitos glaciais. Intrudidos, neste pacote de sedimentos ou no contato embasamento/bacia, ocorrem extensos *sills* de diabásio, correlacionados ao Grupo São Bento, de idade mesozóica e com baixa heterogeneidade litológica. Ocorrem ainda, capeando as diversas litologias da região, extensos depósitos areno-argilosos com espessuras variáveis, de idade cenozóica e correlacionáveis à Formação Rio Claro.

Um caráter marcante das rochas do embasamento, de grande importância para a engenharia, é o contraste de competência dos pacotes rochosos, seja por diferenças composicionais ou de intensidade de fraturamento e deformação. Este contraste impõe variações bruscas do comportamento geotécnico ao longo de alguns poucos metros.

As unidades geológicas foram separadas em Substrato Rochoso e Materiais de Cobertura; a primeira engloba todas as rochas e a segunda, todos os materiais que recobrem o substrato rochoso, sejam eles residuais ou transportados. As figuras 2 e 3 apresentam as características geológicas da área.

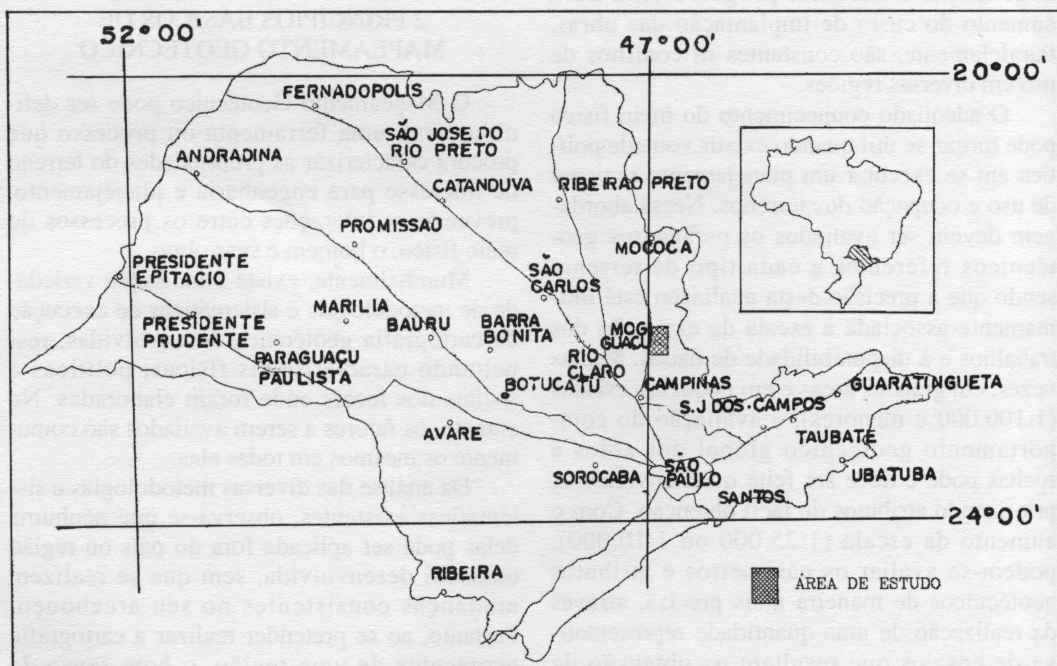


FIGURA 1 - Área de estudo

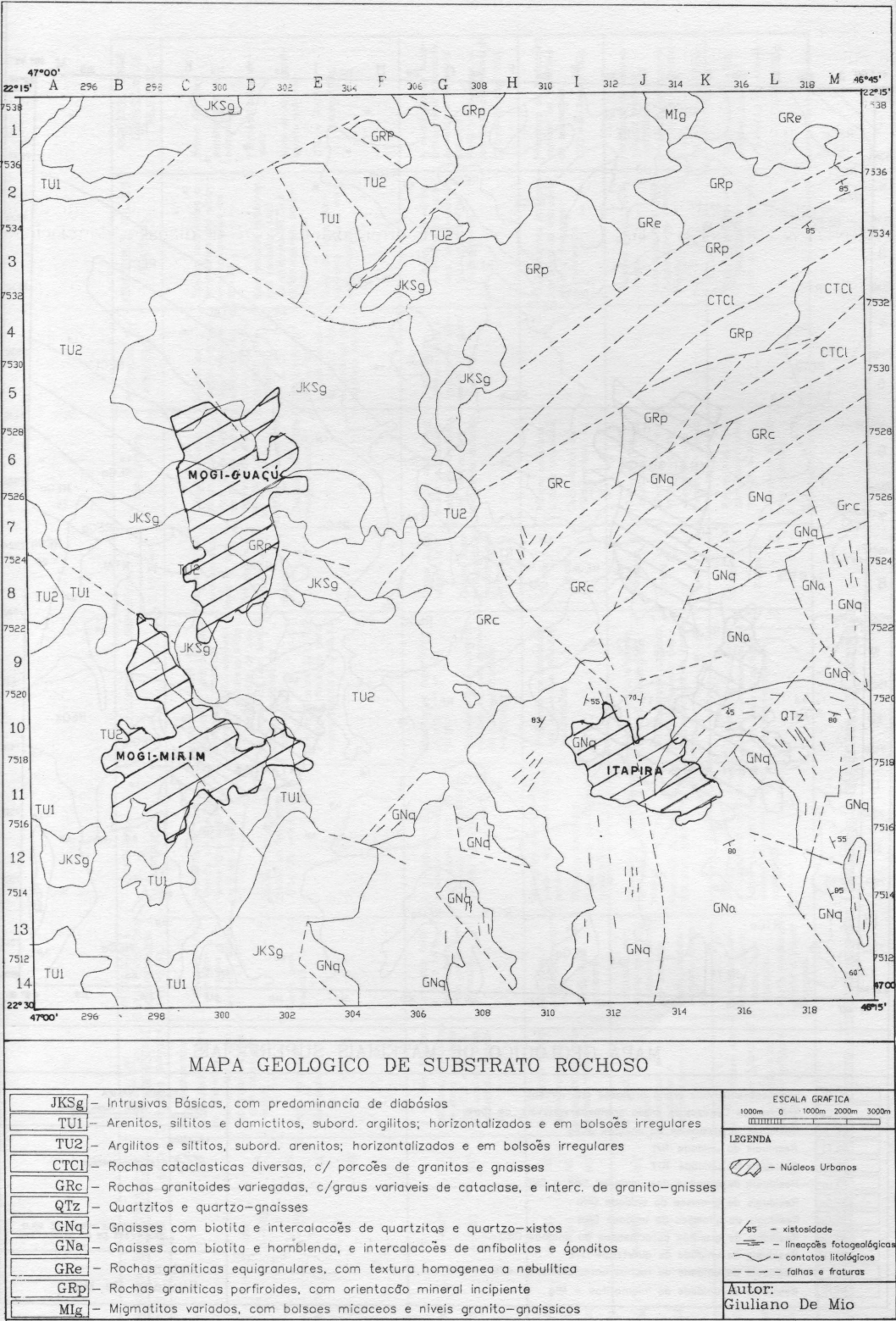


FIGURA 2 – Mapa geológico de substrato rochoso.

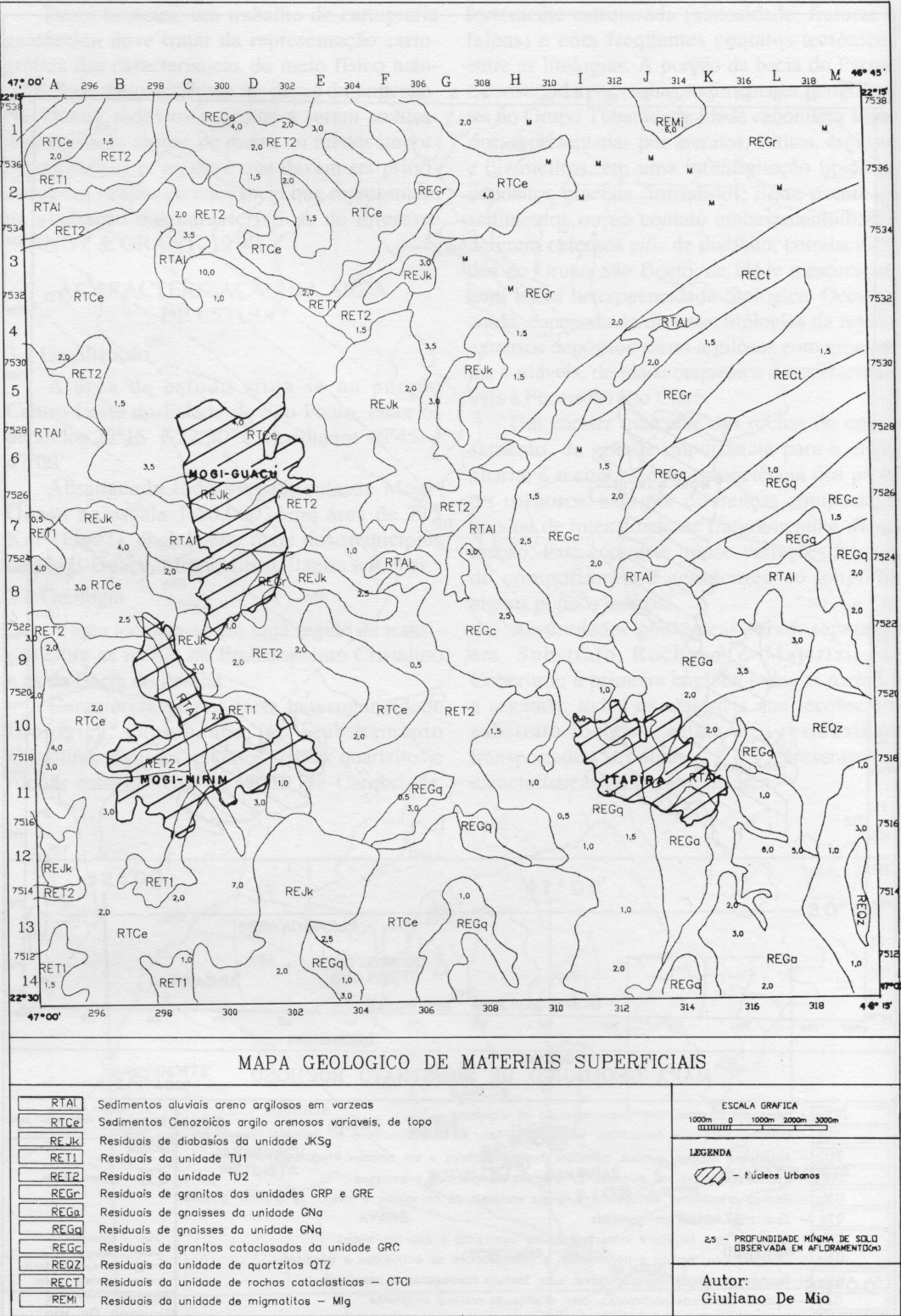


FIGURA 3 – Mapa geológico de materiais superficiais

UNIDADE GEOTÉCNICA (LITOGÊNÉTICA)	CLASSIFICAÇÕES GEOTÉCNICAS			GRAU DE HETEROGENEIDADE (estrutura geológica)	PEDOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DE DRENAGEM DO PERFIL	MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	ESCAVAÇÕES	SUPERFICIAIS	TOPOGRAFIA	POTENCIAL P/ AQUIFERO	ASPECTOS E FEIÇÕES EROSIVAS	ASPECTOS SOBRE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS	
	USCS	HRB	MCT*					CLASSE**					
RTCe	substrato				M – Sedimentos depositados apartir de diferentes rochas fonte, em substrato variável e com topografia irregular.	Latossolos vermelho-amarelos a vermelho escuro	Presença de casca-lheiras na interface entre GNa e RTCe, a N de Itapira	Material de fácil escavação, com profun-didade do substrato rochoso muito variável. Quando substrato JKSG há necessidade de uso de explosivos, em função da profundidade da escavação.	Classe 1. Em profundidades maiores que 3m podem ocorrer as classes 2 e 3	Relevo suave a pouco ondulado, com declividades de 0-10%, e pre-dominância de 0-5%. Interflúvios amplos, Densidade de drenagem baixa,	O contoto inferior com as formações do substrato ro-choso e um aquífero livre potencial.	Taludes rodoviários e ferroviários são esta-veis em ângulos de 60-70 . Nas porções próximas aos contatos com as unidades RET1 e RET2 ocorrem boco-rras restritas. Fluxo de água con-centrada resulta em ravinaamentos.	Relevo favorável Materiais de fácil escavação. Permeabilidade ele-uada Nível de água geral-mente profundo CTC = 7-15 meq/100g.
	JKSG	ML	A-4(1) ate A-4(6).	LG'									
	TU1/ TU2	CL	A-6(5)	NS'	Perfis fortemente laterizados	Perfis bem drenados	Matéria prima para cerâmica vermelha (Pto 09, anexo1)	Nos substratos TU1, TU2 e GNa a transição para rocha alterda e gradual.			Em substrato TU1 e TU2 podem funcio-nar como áreas de recarga do aquífero Itararé.		
	GNa	SM-SC	A-7(7)	NG'									
REJk		ML	A-4(6)	LG'	B – "sills" horizon-talizados, intrudidos em meio as unida-des TU1 e TU2 e nos contatos com as rochas cristali-nas.	Latossolo roxo e terra roxa estruturada, com perfis bem drenados.	Onde topografia e espessura do solo favoreçam, pode ser utilizado como pedra britada (diabásio).	Escavações superficiais de ate 3-4 m são fáceis.	Classe 1 em superfície,	Platôs com relevo suave, e declivida-des mais elevadas nas bordas dos corpos de diabásio.	Aquífero de fratura onde o pacote de dia-básio for mais espesso.	Taludes rodoviários e ferroviários está-veis, sem evidências de ravinaamentos consideráveis.	A existência de sub-strato muito fraturado aumenta o potencial poluidor. Perfil homogêneo, e facilidade de escavação CTC=9-10meq/100g
		CL	A-4(8)	NG'				Transição com substrato rochoso se com a pre-sença de matações inalterados.	Classe 3 em profundidades maiores que 3-4 m.				
REGr		ML	A-4(2)	LG'	A – Rocha maciça muito fraturada.	Litossolos e podzólicos ama-relos.	Matações em superfície podem ser utilizados em cantaria.	Presença de matações em superfície dificulta escavações	Classe 1 /	Relevo ondulado a forte ondulado.	-	Ravinaamentos intensos em beira de estradas, onde a drenagem e inadequada.	Presença de matações oneram os trabalhos de escavação. CTC =6-7meq/100g
		SM	A-4(6)	NS'	Matações em meio ao solo superficial.	Perfis mau drenados.	Diâmetro reduzido Necessitam ensaios de caracterização rochosa		Classe 3	Declividades mé-dias a altas.			
		SC	A-6(2)	NG'									
REGa		ML	A-4(6)	NS'	M – Gnêsses variados com xistossidade e bandamento verticalizados.	Latossolo ver-melho escuro, podzólico ver-melho-amarelo.	Espessuras consideráveis de material para aterro.	Rocha muito alterada, de fácil escavação.	Classe 1 /	Relevo suave ondulado,	-	Taludes pouco ravi-nados. Solo superficial mais resistente ao ravina-mento. CTC=7-14meq/100g	Facilidade de escava-ção do material superficial. Presença de material para aterro e recobri-mento. CTC=7-14meq/100g
		CL	A-4(7) a-4(8)	NG' LG'		Perfis modera-damente drenados	Presença de mica pode dificultar compactação.	Interface com unidade RTCe apresenta even-tuais bolsões de casca-lho.	Classe 2	Declividades mé-dias a baixas, Densidade de drenagem baixa.			
REGq		CL	A-4(2)	LG'	A – gnêsses varia-dos com quartzitos	Latossolo ver-melho escuro, podzólico e litossolos.	Solos normalmente pou-co espessos, com cos-calho na superfície, e eventuais concentrações explotáveis	Ocorrência de nfeis mais competentes em em meio a material de fácil escavação.	Classe 1 /	Relevo ondulado, com declividades médias a altas.	-	Saprolito e fácil e intensamente ero-dido quando exposto.	Declividades médias maiores que 15%. Problemas de erosão CTC=10-12meq/100g
		ML	A-4(5)	NG'	Xistossidade e ban-damento vertici-lizados.	Perfis modera-da-mente a pouco drenados.			Classe 3	Presença de cris-tais restritos.			
		SC	A-4(7)	NS'									

TABELA 1a - Características de interesse para a Engenharia das Unidades de Materiais de Cobertura

REGc	CL ML	A-4(2) A-4(8) A-5(5)	NS' NG'	M - Rochas graníticas com graus variados de cataclase	Latossolos vermelhos e podzólicos. Solos moderadamente a bem drenados	Manto de alteração espesso, podendo ser utilizado como material de aterro ou recobrimento de aterros sanitários.	Rocha muito alterada, com níveis e veios quartzosos de pequena espessura. Material de fácil escavação.	Classe 1	Relevo ondulado, gradativamente tornando-se mais suave em direção ao W.	—	Ravinamentos moderados a intensos em estradas mal drenadas.	Facilidade de escavação superficial. Ocorrência de material para recobrimento das calçadas.
RET1 / RET2	CL ML ML-CL SC-MC	A-4(2) A-4(4) A-4(7)	NS' NG' LG'	A - Rochas sedimentares, horizontalizadas com variações granulométricas bruscas	Podzólicos vermelhos amarelos. Perfis moderadamente drenados.	Ocorrência de argila para cerâmica e areia para construção civil.	Rocha mole com escavabilidade média. Eventuais crostas lateríticas no contato com RTCe.	Classe 1 / Classe 2	Relevo ondulado a suave ondulado. Declividades médias de 5 a 10 %	Aquífero litare Intercolações de arenitos, siltitos e argilitos, pode conter aquíferos consideráveis.	Tolúdes rodoviários fortemente ravinados, em contraste marcante com a unidade RTCe.	Possibilidade de contaminação de aquífero. Baixa permeabilidade. CTC = 7-9 meq/100g
RECT	ML	A-4(4) A-4(8)	NG' NS'	A - Zona Cataclástica Níveis de espessuras variadas, foliação verticalizada e diferentes graus de alteração e cominuição.	Solos podzólicos e litólicos. Perfis moderadamente a pouco drenados.	—	Material de fácil escavação. A existência de níveis lenticulares competentes em meio ao solo pode implicar no uso de explosivos.	Classe 1 / Classe 3	Relevo ondulado a forte ondulado. Declividades médias maiores que 15%	—	Solos moderadamente a pouco erodíveis em cortes e leitos de estradas e regiões de raspagem superficial.	Relevo acidentado. Acesso difícil.
RTAI	—	—	—	M - Sedimentos recentes em varzea com granulometria variável em função da rocha fonte. Profundidade do substrato rochoso muito variável.	Planossolos e solos glei, indicam o nível d'água próximo a superfície do terreno. Terracos aluviais elevados apresentam perfis latossólicos bem drenados.	Potencial para exploração de areia, com existência de diversas lavras em andamento. Ocorrência de argila associada às regiões de ocorrência das unidades TU1 e TU2.	Material de fácil escavação. Nível d'água próximo a superfície pode tornar necessário trabalhos de rebaixamento. Profundidade do substrato rochoso muito variável, podendo ser necessário o uso de explosivos.	Classe 1 / Classe 3	Regiões de varzea Relevo plano, com declividades < 2 %	Aquíferos livres nas porções mais arenosas, principalmente na base da unidade.	Relevo plano não permite a ocorrência de efeitos erosivos significativos. Fluxos concentrados de água podem carrear material.	Regiões potencialmente inundáveis Problemas de drenagem e enchentes. Sedimentos muito permeáveis.
REQz	—	—	—	A - Bandamento e xistoides verticalizados. Núcleos quartzosos inalterados em meio ao solo maduro.	Litossolos e podzólicos com perfis moderados a pouco drenados.	Porções quartzosas mais alteradas são exploradas como sabão para regularização de estradas e ruas.	Bancos de quartzitos são frequentes, necessitando de equipamento pesado ou explosivo para sua movimentação.	Classe 3	Relevo acidentado. Presença constante de cristas de quartzito.	—	Ravinamentos moderados a intensos quando exposto o saprolito.	Relevo acidentado. Problemas de escavabilidade.
CARACTERÍSTICAS DE INTERESSE PARA A ENGENHARIA DAS UNIDADES DE MATERIAIS DE COBERTURA.												
Autor: GIULIANO DE MIO				CONVENÇÕES:			Classes de escavabilidade: Classe 1 - solo facilmente escavável com pa. Classe 2 - rocha branda, escavável com picareta. Classe 3 - rocha dura, necessidade de explosivos.					
				* MCT - Método expedito com uso de anéis de PVC(Fortes,1990) Grau de heterogeneidade: B=Baixo, M=Médio, A=Alto. - Inexistência de ensaios ou insuficiência de dados para avaliação.								

TABELA 1b - características de interesse para a Engenharia das Unidades de Materiais de Cobertura

4 AVALIAÇÃO GEOTÉCNICA

A abordagem geotécnica da área seguiu as orientações contidas nas propostas metodológicas de ZUQUETTE (1987) e FINLAYSON (1982), com modificações substanciais em função das características específicas da região. A interpretação das informações geotécnicas foi feita com base em um zoneamento de caráter litogenético, com informações apresentadas na forma de uma tabela referenciada ao mapa de materiais de cobertura, onde são fornecidas características de interesse para a engenharia das diversas unidades (Tab. 1a e 1b). Nelas, são abordadas as classificações geotécnicas dos solos da unidade, o grau de heterogeneidade de cada unidade, pedologia e as características de drenagem do perfil, aspectos relacionados aos materiais de construção, à escavação, à topografia, ao potencial como aquífero, às feições erosivas e à disposição de rejeitos.

O trabalho originalmente foi elaborado na escala 1:100.000 (DE MIO, 1992), quando foi também executada uma classificação geomor-

fológica dos terrenos, com confecção de um mapa de sistemas de relevo e uma tabela das características geomorfológicas da área, a ser oportunamente publicada.

5 CONCLUSÕES

As características geotécnicas dos terrenos devem ser avaliadas tanto na pequena como na grande escala. Em função da disponibilidade de dados, experiência da equipe executora e objetivo do trabalho, o resultado da cartografia geotécnica pode ser apresentado na forma de mapas temáticos ou tabelas interpretativas. A utilização destas tabelas permite condensar um grande número de informações, tornando-as de fácil entendimento.

O intercruzamento de vários mapas (hidrografia, geologia, sistemas de relevo, declividade etc.) permitiu identificar correlações íntimas entre geologia e geomorfologia, sugerindo que o aprofundamento desse tipo de investigação poderá auxiliar a execução da cartografia geotécnica, principalmente em regiões com carências expressivas de dados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOT, F.; GRANT, K. 1974, Land Classification for Urban Growth. DAG, Research Paper n. 230, CSIRO, Austrália, 4(2), p. 28-32.
- DE MIO, G. 1992. Mapeamento Geotécnico da Quadricula de Mogi-Guaçu/SP. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geotecnia-EESC/USP, 102 p.
- FINLAYSON, A.A. 1982. Terrain Analysis, Classification and Engineering Geological Assessment of the Sydney area, New South Wales, DAGTP n. 32, CSIRO, Austrália, v. 1 e 2.
- ZUQUETTE, L.V. 1987. Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para as Condições Brasileiras. Tese de Doutorado. São Carlos/SP, EESC/USP, 3 vols., 673 p.

Endereço dos autores:

Giuliano de Mío – Rua São de Bento, 1.907 – 81.630-230 – Curitiba/PR.

Nilson Gandolfi – Rua Adolfo Catani, 1.356 – Jardim Marengo – 13.560-000 – São Carlos/SP.