

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, gnaiesses, 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.

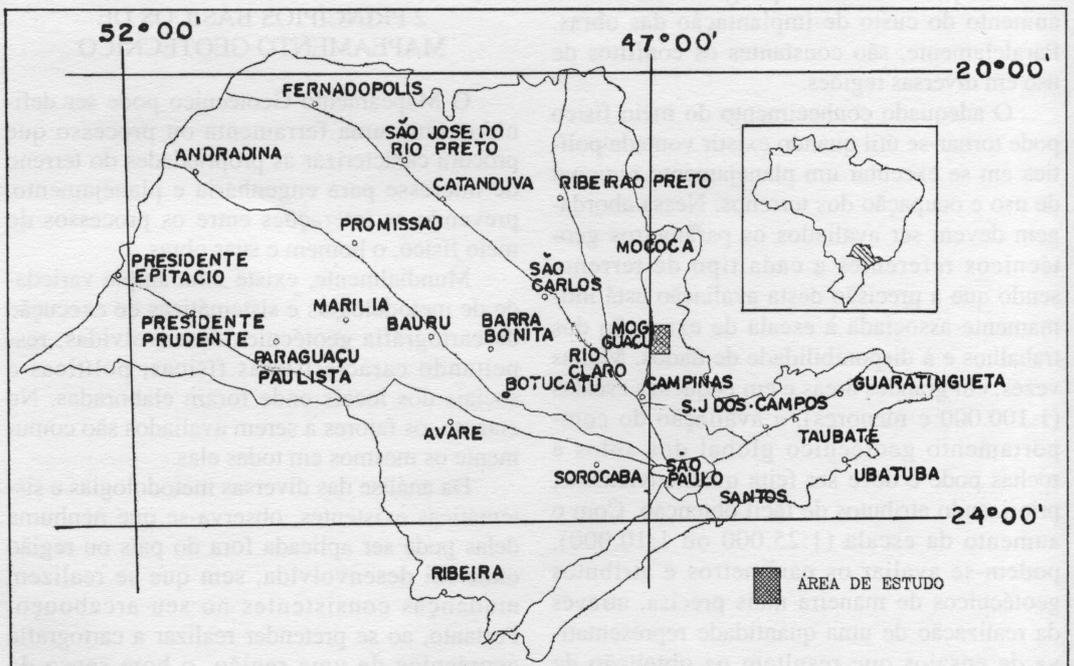


FIGURA 1 - Área de estudo

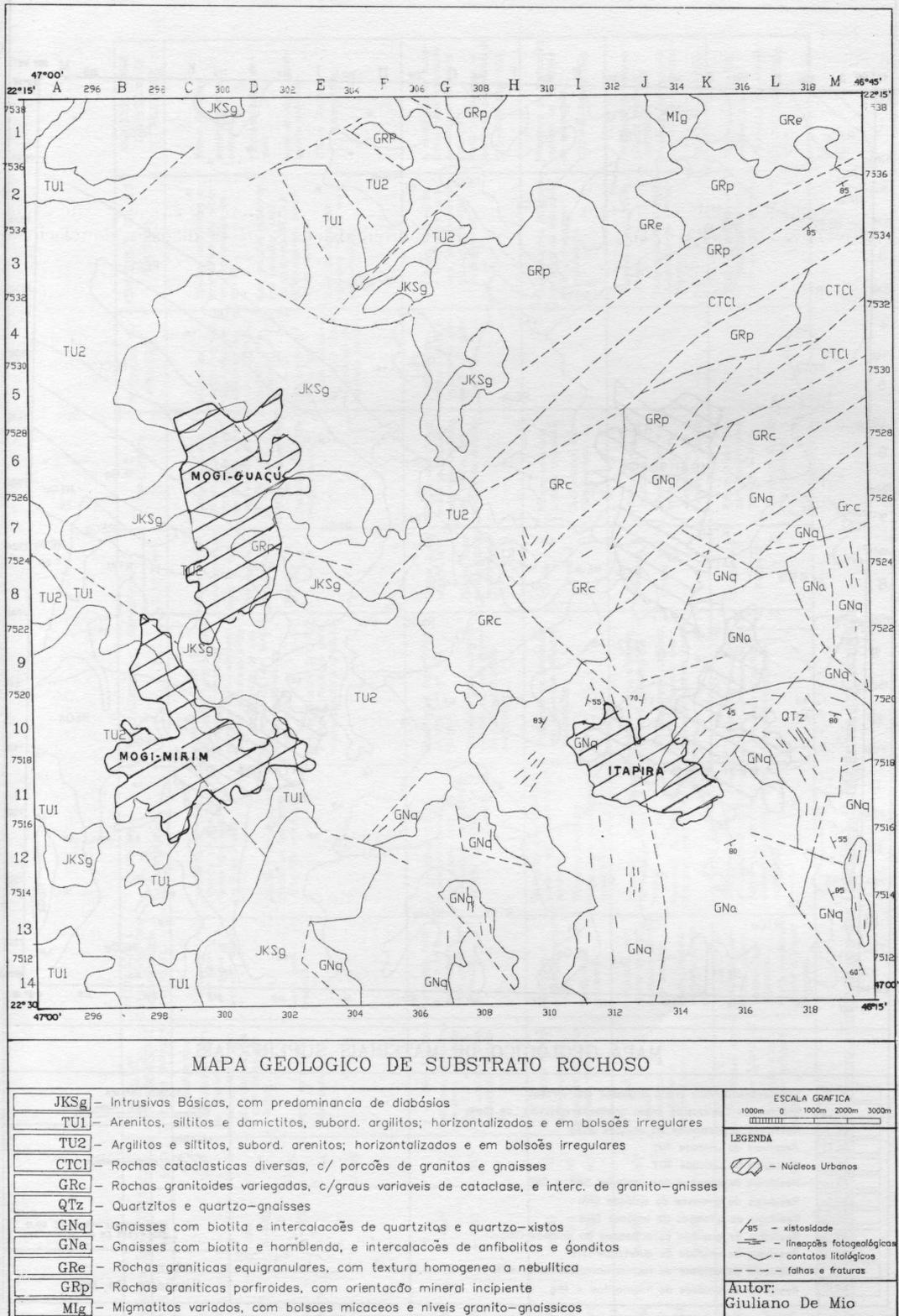


FIGURA 2 – Mapa geológico de substrato rochoso.

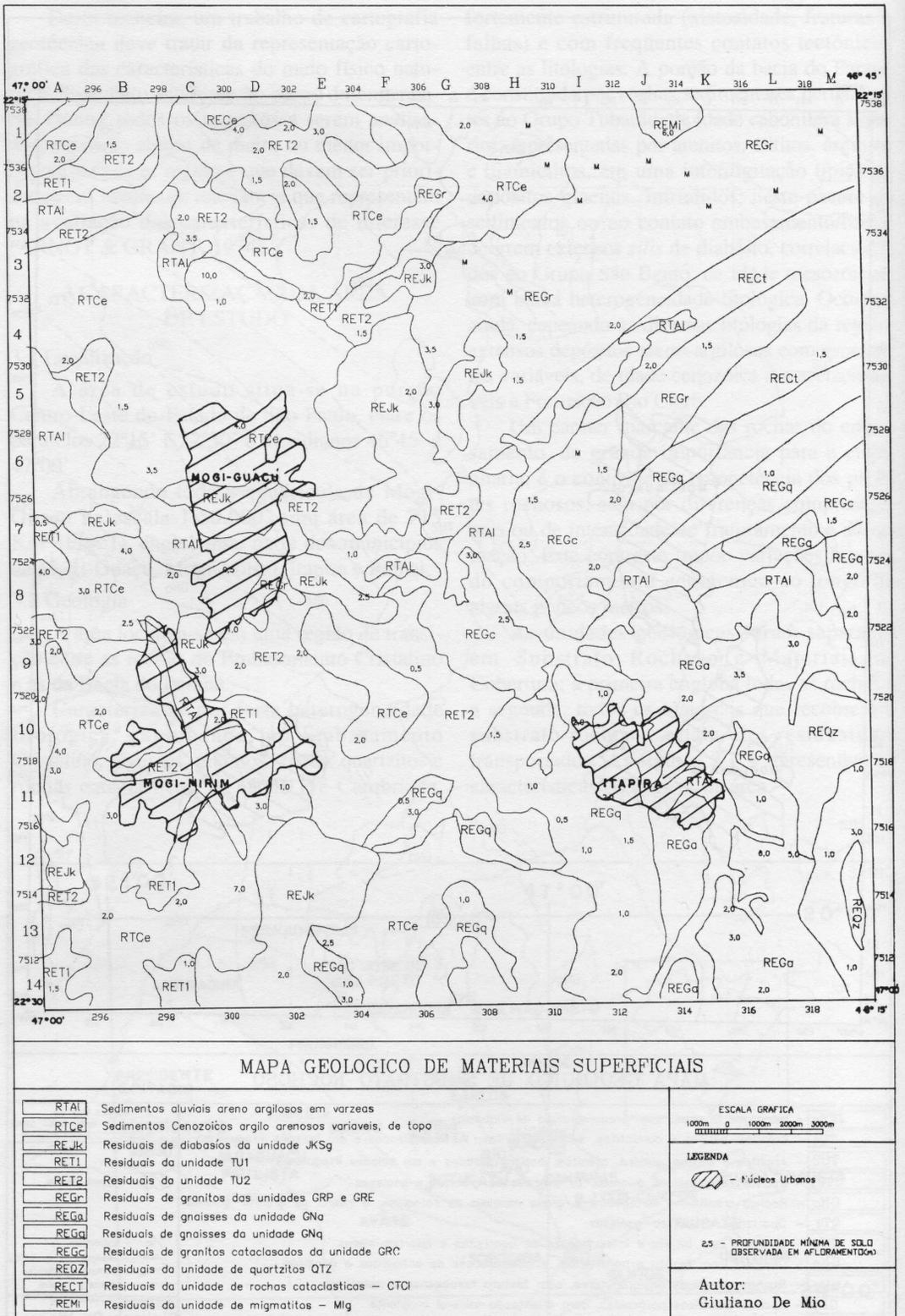


FIGURA 3 – Mapa geológico de materiais superficiais

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.	Relevo suave a pouco ondulado, com declividades de 0-10% e pre- dominância de 0-5%. Interflúvios amplos. Densidade de dre- nagem baixa,	O contato 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 boca- rocas restritas. Fluxo de água con- centrado resulta em ravina- mentos.	Relevo favorável Materiais de fácil escavação. Permeabilidade ele- vada Nível de água geral- mente profundo. CTC = 7-15 meq/100g.	
	JKSG	A-4(1)	LG'									
	***	ML	A-4(E)									LA'
	TU1/ TU2	CL	A-6(5)									NS'
	GNa	SM-SC	A-7(7)	NA'	Perfis bem drenados	Matéria prima para cerâmica vermelha (Fto 09, anexo1)	Nos substratos TU1, TU2 e GNa a transição para rocha alterda e gradual.					
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.	Litossolo roxo e terra roxa estruturada, com perfis bem drenados.	Onde topografia e espessura do solo favoreçam, pode ser utilizada como pedra britada (diabásio).	Escavações superficiais de ate 3-4 m são fáceis. Transição com substrato rochoso se com a pre- sença de matações inalteradas.	Platôs com relevo suave, e declivida- des mais elevadas nos bordos dos corpos de diabásio.	Aquifero de fratura onde o pacote de dia- básio tor mais espesso.	Taludes rodoviários e ferroviários esta- veis, sem evidências de ravina- mentos consideráveis.	A existência de subs- trato muito fraturado aumenta o potencial poluidor. Perfil homogêneo, e facilidade de escavação CTC=9-10meq/100g	
	CL	A-4(8)	NG'									
REGr	ML	A-4(2)	LG'	A - Rocha maciça muito fraturada. Matações em meio ao solo superficial.	Litossolos e podzólicos ama- relos. Perfis mau drenados.	Matações em superfície podem ser utilizados em cantaria. Diâmetro reduzido necessitam ensaios de caracterização rochosa	Presença de matações em superfície dificulta escavações	Relevo ondulado a forte ondulado. Declividades mé- dias a altas.	-	Ravina- mentos 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'									
	SC	A-6(2)	NG'									
REGa	ML	A-4(6)	NS'	M - Gndisses variados com xistossidade e bandamento verticalizados.	Latossolo ver- melho escuro, podzólico verme- lho-amarelo. Perfis moderada- mente dre- nados	Espessuras consideráveis de material para aterro. Presença de mica pode dificultar compactação.	Rocha muito alterada, de fácil escavação. Interface com unidade RTCe apresenta even- tuais bolsões de casca- lho.	Relevo suave ondulado, Declividades mé- dias a baixas, Densidade de drenagem baixa.	-	Taludes pouco ravi- nados. Solo superficial mais resistente ao ravina- mento. CTC=7-14meq/100g		
	CL	A-4(7)	NG'									
		a-4(8)	LG'									
REGq	CL	A-4(2)	LG'	A - gndisses varia- dos com quartzitos Xistossidade e ban- damento verticali- zados.	Latossolo ver- melho escuro, podzólicos e litossolos. Perfis moderada- mente a pouco drenados.	Solos normalmente pou- co espessos, com cas- calho na superfície, e eventuais concentrações explotáveis	Ocorrência de níve- is mais competentes em em meio a material de fácil escavação.	Relevo ondulado, com declividades mé- dias a altas. Presença de cris- tas restritas.	-	Saprolito e fácil e intensamente ero- dido quando exposto. Problemas de erosão CTC=10-12meq/100g		
	ML	A-4(5)	NG'									
	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-CL SC-MC	A-4(2) A-4(4) A-4(7)	NS' NG' LG'	A - Rochas sedimentares, horizontalizadas com variações granulométricas bruscas	Podzólicos vermelho 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 RTCs.	Classe 1 / Classe 2	Relevo ondulado a suave ondulado. Declividades médias de 5 a 10 %	Aquífero Itararé Intercalações de arenitos, siltitos e argilitos, pode conter aquíferos consideráveis.	Taludes rodoviários fortemente ravinados, em contraste marcante com a unidade RTCs.	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, falção 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 varzeas com granulometria variável em função da rocha fonte. Profundidade do substrato rochoso muito variável.	Planossolos e solos glei, indicam do 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 as 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 xistosidade 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 saibro 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.
CARACTERISTICAS DE INTERESSE PARA A ENGENHARIA DAS UNIDADES DE MATERIAIS DE COBERTURA.												
Autor: GIULIANO DE MIO						CONVENCOES: * MCT - Metodo expedito com uso de aneis de PVC(Fortes,1990) Grau de heterogeneidade : B=Baixo, M=Medio, A=Alto. - Inexistencia de ensaios ou insuficiencia de dados para avaliacao.	Classes de escavabilidade: Classe 1 - solo facilmente escavavel com pa. Classe 2 - rocha branda, escavavel com picareta. Classe 3 - rocha dura, necessidade de explosivos.					

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 Quadrícula 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 Mio – 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.