

# **Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente**



**ASAGAI**  
ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOLOGÍA APLICADA  
A LA INGENIERÍA

Córdoba - Argentina

# INDICE

Trabajo	Autor/es	Pág
Cuerpo Editorial		I
Comisión Directiva		II
Análisis geotécnico sobre muestras de arcillas provenientes de los alrededores de la "Tambería de Guandacol" (prov. La Rioja), como posible fuente de aprovisionamiento de arcillas en la producción cerámica de los pueblos originarios	<i>Martinez, Amancay - Sales, Daniel</i>	1
Relación entre caudales y precipitación en algunas cuencas de la Patagonia norte	<i>Romero, Paula Elisa - González, Marcela Hebe</i>	7
Cartografía de riesgo de inundación y la representación de la vulnerabilidad en gran La Plata, Buenos Aires	<i>Lic. Schomwandt, David - Esp. Lic. Lucioni, Nora - Dra. Andrade, María Isabel</i>	15
Proposta de ordenamento territorial da bacia hidrográfica do Rio das Pedras (sp), na escala 1:50.000: potencial à escavabilidade dos maciços de solos	<i>Galiano, Valdir Aparecido - Lorandi, Reinaldo - de Lollo, José Augusto</i>	29
Salinización incipiente de un arroyo de alta montaña en los Andes de Patagonia (Argentina)	<i>Pizzolon, Lino - Omad, Guillermo - Weidl, Mariana - Claverie, Horacio</i>	41
Propuesta de análisis de la sismicidad a escala 1:250.000. Caso: Hoja Salta	<i>Gonzalez, M. A. - Chayle, W.</i>	55
Evaluación de la susceptibilidad de riesgos geológicos debidos a procesos de remoción en masa en el área pedemontana de la quebrada y dique Los Sauces (La Rioja, Argentina)	<i>Avila, Laura Sonia del C.</i>	63
Agregados reciclados pretratados para uso en hormigón	<i>Priano, Carla - Señas, Lilia - Moro, Juan - Marfil, Silvina</i>	77
Reseña de Libros. Experiencia Portuguesa en Obras Subterráneas	<i>Sarra Pistone, Raúl</i>	87
Instrucciones para autores		93
Formulario de suscripción o compra		97



## Proposta de ordenamento territorial da bacia hidrográfica do Rio das Pedras (sp), na escala 1:50.000: potencial à escavabilidade dos maciços de solos

### Territorial planning in Rio das Pedras (sp) watershed, 1:50.000 scale: soil masses potential excavation

Galiano, Valdir Aparecido <sup>1</sup> ✉ - Lorandi, Reinaldo <sup>2</sup> - de Lollo, José Augusto <sup>3</sup>

Recibido: 4 de mayo de 2015 • Aceptado: 2 de mayo de 2016

#### Resumo

*No presente trabalho foi efetuada uma análise espacial dos principais atributos do meio físico da área da bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras (SP), com o intuito de obter uma carta interpretativa de escavabilidade para obras enterradas (escala 1:50.000), que possa avaliar e indicar as regiões cujos potenciais do meio físico possam adequar-se a determinado tipo de obra civil. Para a confecção da carta interpretativa foram utilizadas informações pré-existentes, representadas por sondagens de simples reconhecimento, e coletas no campo de amostras indeformadas e deformadas para análises de laboratório, permitindo estimar as propriedades dos materiais inconsolidados. Os resultados mostraram que a elaboração deste documento cartográfico, visa orientar plano diretor, prefeitura e empreendedores na busca de uma expansão urbana mais ordenada e menos impactante.*

**Palavras chave:** ordenamento territorial, carta interpretativa de escavabilidade, materiais inconsolidados, expansão urbana

#### Abstract

*In the present work a space analysis of the main attributes of the urban expansion's physical environment of the Ribeirão das Pedras basin (SP) was achieved with the purpose of obtaining an interpretative map of excavability for buried works (1:50,000 scale), capable of evaluating and indicating the areas whose potentials of the physical environment can be adapted to certain types of civil work. For the conception of the interpretative map, pre-existent information was used, represented by surveys of simple recognition, and undisturbed and disturbed collections in the field of samples for laboratory analyses, thus allowing estimated the properties of the unconsolidated materials. Results show that this map seeks to give guidance to the plan director, city hall and entrepreneurs looking for a more ordinate urban expansion but with less impact.*

**Keywords:** territorial planning, map of excavability, unconsolidated materials, urban expansion

1. Universidade Presbiteriana Mackenzie, Departamento de Engenharia Civil, Rua da Consolação, 930 - Consolação, São Paulo (Brasil).

✉ va.galiano@gmail.com

2. Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Rodovia Washington Luís, km 235, São Carlos (Brasil).

3. Univ. Estadual Paulista - UNESP, Alameda Bahia, 550, Ilha Solteira (Brasil).

## INTRODUÇÃO

O problema da degradação ambiental é bastante antigo, confundindo-se no tempo e no espaço com a evolução e a capacidade modificadora do homem em relação ao meio ambiente. A apropriação, o uso e a exploração desse meio são realizados, em geral, de forma indiscriminada, levando em consideração tão somente atender às necessidades e resultados imediatos e privilegiando políticas desenvolvimentistas que contemplam apenas os aspectos econômicos e financeiros.

O desenvolvimento sustentável de uma região torna-se possível quando respeitadas as potencialidades e limitações do meio físico. Esse desenvolvimento é subsidiado pelo conjunto de informações do meio físico, pertinentes a diversas áreas do conhecimento, como a geologia, a ciência do solo, a hidrogeologia, o estudo da geomorfologia, entre outras. Atualmente, esses estudos têm obtido sucesso, como o emprego dos procedimentos do Mapeamento Geotécnico, que reúne um grande número de informações de diversas áreas para um único produto final.

Por outro lado, como citam diversos autores, os recursos hídricos, insumos indispensáveis à vida, precisam ser preservados para a conservação do equilíbrio do meio ambiente. Segundo Franz (2011), além do crescimento populacional acelerado e do comprometimento da qualidade das águas dos rios, a diminuição da cobertura vegetal também representa um importante fator que conduz à escassez hídrica.

Por sua vez, Loures et al (2004) argumenta que a escassez desses recursos, cresce em uma relação direta entre o aumento das demandas locais e a degradação da qualidade das águas, em função dos desordenados crescimentos urbano, industrial e agrícola. Portanto, é notório que a ocorrência desses problemas, cada vez mais evidentes desse setor, demanda o gerenciamento correto dos recursos hídricos vem adquirindo cada vez mais importância e interesse de toda a sociedade.

O planejamento e ordenamento territorial é um instrumento útil para, prevenir os impactos negativos que frequentemente aparecem quando o homem se apropria dos recursos ambientais para o atendimento das suas necessidades básicas de espaço (moradias, atividades rurais, etc.) e de insumos de uso imediato como água, energia, materiais e alimentos. Assim, a utilização desta ferramenta viabiliza definir cartograficamente os setores de um território que apresentem peculiaridades de qualidade ambiental com o objetivo principal de, a partir da análise destes aspectos, propor um melhor uso, preservação, recuperação ou reabilitação das áreas que se encontram degradadas por atividades antrópicas incompatíveis com sua vocação de uso, permitindo delimitar as áreas potenciais ao crescimento urbano e industrial, minimizando assim futuras ações corretivas resultantes da ocupação de sítios inadequados (Oliveira, 2010).

Por outro lado, com o advento das técnicas de geoprocessamento no estudo dos recursos hídricos (Bielenski & Barbassa, 2012), o levantamento de dados geotécnicos feito, a partir desta ferramenta, tem se mostrado cada vez mais presente, facilitando a utilização destes dados pelos órgãos estaduais e municipais, no intuito de auxiliar o planejamento do uso e ocupação do solo de cada região investigada.

Pelo exposto, mostra-se de suma importância a obtenção de dados geotécnicos específicos da área da bacia hidrográfica do ribeirão das Pedras (SP) para contribuir com o planejamento territorial dessa área física. A integração da geotecnia com as demais áreas que planejam uma região e/ou cidade somente

ocorre pelo conhecimento das condicionantes e dos mecanismos de escavação de solos e/ou rochas (Mendes & Lorandi, 2001), permitindo a busca conjunta das áreas com potencial de extração desses materiais naturais.

## CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio das Pedras (BHRP) localiza-se na região centro-leste do Estado de São Paulo e faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Mogi Guaçu – UGRH 9. Compreendendo uma área de drenagem de 111,37km<sup>2</sup>, essa bacia de quarta (4ª) ordem (Strahler, 1952) com padrão de drenagem dendrítica (Christofolletti, 1974), tem como coordenadas (UTM) extremas: nascente (NO) – W252383.279m, S7590710.299m; nascente (NE) – W262962.400m, S7591473.888m e foz – W252545.067m e S7578471.073m, fuso 23S, Datum: Córrego Alegre.

Segundo informações emitidas por Fehidro (2011), o território brasileiro se mostra definido em Regiões Hidrográficas estabelecidas pela Resolução número 32 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos de 15 de outubro de 2003, a qual definiu a divisão hidrográfica nacional. Na caracterização em nível federal, a bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu pertence à Região Hidrográfica do Paraná, a qual é constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraná.

No Estado de São Paulo, a bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu (UGRHI-09) localiza-se na região nordeste do Estado. Essa UGRHI apresenta limites com as UGRHI's: Piracicaba/Capivari/Jundiá; Tietê/Jacaré; Tietê/Batalha; Turvo/Grande; Baixo Pardo/Grande e Pardo.

A Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu foi subdividida, em 1995, em compartimentos econômico-ecológicos no "Macrozoneamento das Bacias dos Rios Mogi Guaçu, Pardo e Médio-Grande" (São Paulo-SMA, 1995), sendo, em 2008, readequados, objetivando facilitar o planejamento e as ações dentro destes compartimentos. Desse modo foram realizados ajustes dos limites do compartimento Alto Mogi para que represente o trecho crítico da bacia, no qual é desenvolvido o Projeto Estiagem, coordenado pela CETESB (Regional Pirassununga). E também foram alterados os limites entre o compartimento Médio Mogi (antigo Médio Mogi Superior) e o Baixo Mogi (Antigo Médio Mogi Inferior) para que o seus limites coincidisse com os divisores de água dos principais afluentes do rio Mogi Guaçu daquelas áreas.

Uma das sub-bacias dessa UGRHI é a do Rio das Pedras, que está toda inserida no compartimento Médio Mogi Superior e está classificado como um curso d'água classe 2. Com base em cartogramas na escala 1:2.500.000 (Feitosa, 2008), essa bacia hidrográfica encontra-se localizada na Província Hidrogeológica da Bacia do Paraná, caracterizada por apresentar valores de capacidade específica acima de 10 m<sup>3</sup>/h.m-1 e no subdomínio Bacia do Paraná (2Pr), caracterizado por apresentar muita alta a média favorabilidade hidrogeológica (incluem as principais unidades aquíferas da bacia sedimentar, representadas pelas formações Botucatu, Pirambóia, Guará, Caiuá, Bauru, Furnas).

Numa versão mais detalhada da distribuição das águas subterrâneas no Estado de São Paulo (escala 1:1.000.000), nota-se, num estudo publicado por São Paulo (São Paulo-DAEE-IG-IPT-CPRM, 2005), que a bacia hidrográfica objeto de estudo encontra-se territorialmente envolvida pelos aquíferos Guarani (aflorante) e Serra Geral Intrusivas.

O clima da região estudada é classificado, de acordo com o sistema de Köppen, como sendo do tipo Cwa, isto é, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. Do ponto de vista de balanço hídrico, há uma nítida distinção entre a estação seca (maio a setembro), com conseqüente deficiência hídrica e, a chuvosa (outubro a abril).

A partir da interpretação de imagens de satélite feita por Oliveira (1995) e dos trabalhos de campo realizados por Tórezan (2000), foram identificadas e classificadas as formações vegetais remanescentes na área da proposta de APA de Descalvado sugerida pelo mesmo autor. Com essa abordagem, foi possível a identificação das principais formações vegetais, como cerrado (cerradão e cerrado "senso estrito"), mata mesófila (floresta estacional semidecidual) e mata ciliar. Esses remanescentes se encontram dispersos em manchas relativamente isoladas no meio da ocupação agrícola, onde a maior reserva atinge cerca de 1000 hectares.

Segundo a divisão geomorfológica do Estado de São Paulo de Ross & Moroz (1997), a área de estudo localiza-se na Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, com a maior parte de sua área situada na Unidade Morfoescultural do Planalto Ocidental Paulista e uma menor porção abrangendo a Unidade Morfoescultural da Depressão Periférica Paulista.

Tal morfoescultura, segundo esses autores, mostra-se representada na área pela unidade morfológica denominada Planalto Residual de São Carlos, tendo uma pequena porção inserida sobre a unidade morfoescultural denominada Patamares Estruturais de Ribeirão Preto, as quais podem ser assim descritas: Dentro do Planalto Ocidental Paulista tem-se o Planalto Residual de São Carlos cujo modelado constitui-se basicamente por colinas de topos convexos (Dc) e tabulares (Dt), apresentando formas de dissecação média, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta, o que implica, portanto em um nível de fragilidade potencial médio a baixo, para os terrenos pouco dissecados e altos a muito altos para os terrenos muito dissecados; e os Patamares Estruturais de Ribeirão Preto cujo modelado constitui-se basicamente por colinas amplas e baixas com topos tabulares (Dt), tendo os vales entalhamento médio com menos de 20m e a dimensão interfluvial varia de 750 m até mais de 3750 m, apresentando formas de relevo pouco dissecado com vales pouco entalhados, com vertentes de declividades baixas e solos argilosos e baixa densidade de drenagem esta unidade apresenta fragilidade potencial muito baixa, ou seja, com baixo potencial erosivo.

Na área correspondente à subunidade Depressão Periférica Paulista, a bacia do Rio Bonito situa-se sobre a unidade morfológica denominada Depressão de Mogi-Guaçu. Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente por colinas de topos tabulares amplos, onde os vales são entalhados até 20 m e a dimensão interfluvial oscila entre 1750 a 3750 m. A drenagem apresenta um padrão dendrítico com algum condicionamento estrutural. Por apresentar padrão de dissecação baixo com vales pouco entalhados e com densidade de drenagem baixa, esta unidade apresenta, em geral, um nível de fragilidade potencial muito baixo, com baixo potencial erosivo.

As cotas encontradas na área de estudo situam-se entre 540 e 1.042 m (diferença de nível de 502 m) tendo como ponto mais alto o topo do Morro do Quadrão, com 1.042 m de altitude. Assim, os locais com altitudes mais elevadas localizam-se

na porção sudoeste da área de estudo, regredindo em direção nordeste até atingir áreas de menores altitudes (540 m) na várzea do Rio Mogi-Guaçu. Observa-se, na área de estudo, segundo Cançado (2003), a predominância (aproximadamente 43% da área da bacia) de declividades suaves (0 a 5%). A classe de declividade mais acentuada (maior que 30%) limitou-se a aproximadamente 2,5 % da área da bacia e está localizada predominantemente nas nascentes do Rio Bonito (Serra Grande, Serrote de Descalvado).

Numa escala geológica continental, a área está inserida no domínio geológico denominado Cobertura Fanerozoica (inclusive da província sub-andina), na compartimentação geotectônica Cráton Paraná, na Província Estrutural do Paraná (Hasui, 2012). No que se refere à geologia regional, mapeada por Brasil-DNPM (1979) na escala 1:250.000, ocorrem nessa área as seguintes unidades litológicas: argilitos, folhelhos e siltitos (Formação Corumbataí, Permiano); arenitos médios a muito finos (Formação Pirambóia, Triássico); e lavas basálticas toleíticas (Formação Serra Geral, Juro-Cretáceo).

Quanto à geologia local, a BHRM apresenta siltitos da Formação Corumbataí, arenitos fluviais da Formação Pirambóia, rochas Intrusivas Básicas, sedimentos terciários da Formação Pirassununga, e depósitos recentes do Quaternário.

## METODOLOGIA

Os planos de informação georreferenciados utilizados no trabalho foram elaborados utilizando o software ArcGIS® 10.2. Para a montagem do banco de dados, foram utilizados seguintes documentos cartográficos: carta topográfica de Pirassununga (SF-23-V-C-V-3), produzida por Brasil-IBGE (1983), mapa das formações geológicas de superfície (São Paulo-IG, 1981) e mapa de materiais inconsolidados (Galvão, 2001), todos na escala 1:50.000. Também foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT\_8 de 19/03/2014 (composição colorida RGB das bandas 4, 5 e 6 com fusão com a banda pancromática 8 de 15 metros) (United States - USGS, 2014) e imagens do satélite IKONOS de 23/02/2010 com resolução espacial de 1 metro (ESRI, 2014).

Os documentos cartográficos geotécnicos específicos ao tema abordado foram produzidos com base na metodologia elaborada por Pejon (1992) e detalhada em Pejon & Zuquette (2001).

Considerando os objetivos, atributos e seus níveis e finalidades definiu-se, segundo Zuquette (1993), quatro Classes Básicas de Adequabilidade, que foram utilizadas no mapeamento:

- a) *Favorável*: A totalidade dos atributos apresentam níveis adequados, podendo ocorrer que no máximo dois atributos de importância secundária apresentem níveis que os colocariam na classe moderada. A classe favorável significa que os recursos tecnológicos necessários à implantação serão os mais simples e baratos, o potencial de impactos negativos e de riscos serão os mais baixos dentro da região em estudo.
- b) *Moderada*: nesta, 80% (oitenta por cento) ou mais dos atributos fundamentais apresentam níveis compatíveis com as classes moderada e favorável. Em áreas classificadas como moderadas há possibilidades de ocorrência de impactos negativos e riscos. No decorrer da implantação de um tipo de ocupação poderá haver necessidade de recursos operacionais e tecnológicos mais onerosos e com alguma complexidade.

- c) *Severa*: nesta classe não mais do que 15% (quinze por cento) dos atributos apresentam níveis compatíveis com as classes moderada e favorável e também no máximo 15% (quinze por cento) na restritiva. Uma área classificada como severa apresenta possibilidades concretas quanto à ocorrência de impactos ambientais negativos e de riscos. Poderá, também, exigir recursos operacionais e tecnológicos caros e complexos para implantar as ocupações em comparação com a favorável.
- d) *Restritiva*: somente 20% (vinte por cento) dos atributos apresentam níveis que os caracterizem como das classes favoráveis, moderada e severa. As áreas enquadradas nesta classe devem ser ocupadas com o maior cuidado, pois exigirão recursos tecnológicos complexos e onerosos, podendo não compensar em termos de rendimentos, devido aos problemas que poderão ocorrer, como os impactos ambientais negativos e possibilidades de riscos.

## CARTA DE POTENCIAL À ESCAVABILIDADE

Para a elaboração de uma carta temática é imprescindível, segundo *Pejon (1992)*, o conhecimento adequado das características do meio físico, ou seja, seus componentes (substrato rochoso, materiais inconsolidados, relevo) e atributos destes (litologia, granulometria, espessura, declividade, landforms). No caso presente, as condições de materiais inconsolidados existentes na área constituem o atributo essencial para avaliação da escavabilidade, uma vez que a textura, a compactidade, a espessura e as condições de ocorrência de água no perfil dos materiais inconsolidados são atributos que influem de forma decisiva na escavabilidade.

A distribuição espacial dos materiais inconsolidados na bacia é apresentada na Figura 1. Os percentuais da área ocupada por cada unidade são apresentados na Figura 2.

### Material inconsolidado residual das rochas Intrusivas Básicas

O material inconsolidado residual das rochas Intrusivas Básicas ocorre em maior parte na área mapeada, nas regiões mais planas, apresentando: textura argilo-siltoso, comportamento laterítico (LG'), nas camadas mais superiores, e não lateríticos (NG'), nas camadas mais profundas, percentagem de argila superior a 50%, silte entre 25 e 40% e umidade ótima de 28 a 32%.

No ponto de coleta de número P4, ocorreu um considerável incremento no teor de silte da amostra da camada mais profunda (7,00 a 7,20 m), característico de um perfil de alteração de um solo residual. O incremento de silte é geralmente indicativo do aparecimento de saprolitos, confirmado pela ocorrência no comportamento NS' apresentado nesta amostra (Tabela 1).

Representada na área por diabásios, encontra-se em uma área relativamente plana, conferindo, com isso, várias características esperadas no mapeamento. Um percentual de 74,6% da área das rochas Intrusivas Básicas é formado por materiais inconsolidados residuais, originados pela decomposição mais lenta do basalto em relação às outras rochas e pela topografia pouco acidentada, diminuindo, com isso, a retrabalhabilidade do terreno pelo intemperismo físico.

Os materiais inconsolidados encontrados nesta formação podem chegar a centenas de metros de espessura em algumas regiões do país. Porém o aparecimento de solos saprolíticos, observado nesta área de estudo pelo comportamento não laterítico, aumento do teor de silte e diminuição da permeabilidade, em pequenas profundidades, encontrados nos resultados de outros pontos de coleta (P5, P6, P10, P13, P28 e P30) do mapeamento, é indicativo do menor grau de decomposição da rocha basáltica, que deu origem a esta formação, apesar das grandes espessuras do material inconsolidado que podem ser encontradas.

O baixo grau de laterização da rocha indica a existência de minerais silicatados nos materiais inconsolidados, fator que confere alta qualidade agrícola para estes materiais, classificados nas décadas passadas como "Terra-roxa", pela presença de óxidos de ferro. Porém estes minerais podem se "dissolver" em contato com a água ou reagir com a variação do nível do lençol freático, modificando a estrutura dos materiais inconsolidados. Podem, ainda, provocar a formação de pequenos blocos de argila, do tamanho de grãos de areia, denominados "pelts", que alteram o comportamento dos materiais inconsolidados, conferindo-lhes menor resistência.

Por exemplo, a ocorrência de permeabilidades, em geral mais baixas, nos materiais inconsolidados residuais das rochas Intrusivas Básicas, em relação aos materiais inconsolidados de outras formações argilosas, como a Corumbataí. Os índices de potencial à erosão acelerada, levemente maiores que os esperados, podem ser indicativo da ocorrência destes fatores.

Tabela 1. Caracterização geotécnica dos materiais inconsolidados residuais das rochas intrusivas básicas.

Amostra	Profundidade	Ar	Si	Ag	$\chi_s$	Mini-MCV	CTC	$K_{20}$
n°	(cm)	(%)	(%)	(%)	g/cm <sup>3</sup>	Pi %	MCT	cmol(+)/Kg
P4A	0,50 a 0,70	11	29	60	2,844	80,0	LG'	9,2
P4B	3,50 a 3,70	12	17	71	3,064	1,0	LG'	11,0
P4C	7,00 a 7,20	16	40	44	3,062	140,0	NS'	18,4

Amostra	Profundidade	Mini-CBR			$\rho_d$	$e_0$	wot.	Índice de Erodibilidade
n°	(cm)	Exp.	Ret.	MCT	(g/cm <sup>3</sup> )		(%)	
P4A	0,50 a 0,70	0,1	2,3	8,0	1,58	0,80	28,0	9,98
P4B	3,50 a 3,70	0,1	2,5	12,0	1,48	1,07	30,0	1,02
P4C	7,00 a 7,20	0,4	1,9	15,0	1,52	1,01	30,0	0,91

## Materiais inconsolidados retrabalhados das rochas Intrusivas Básicas

Os materiais classificados neste grupo, que aparecem principalmente nos vales das regiões desta formação geológica, apresentaram teores de areia acima de 30% e comportamento laterítico, massa específica seca obtida com o proctor normal em torno de 1,6 g/cm<sup>3</sup> (Tabela 2). Apresentaram permeabilidade baixa à praticamente impermeável, umidade ótima em média 23,0 a 31,0%, CTC do solo variando de 7,3 a 44,0 cmol+/Kg e índice de erodibilidade maior que 1 na maior parte dos ensaios (P28).

## Materiais inconsolidados residuais da formação Corumbataí

Os materiais inconsolidados, existentes neste grupo, perfazem aproximadamente 90 % da área da formação geológica. Apresentaram menos de 15% de areia em alguns pontos de coleta. Na maior parte dos ensaios, os materiais inconsolidados apresentaram comportamento não laterítico e permeabilidades baixas. Apresentaram permeabilidade baixa à quase impermeável, massa específica seca obtida com o proctor normal, variando de 1,28 a 1,90 g/cm<sup>3</sup>, com umidade ótima em média variando de 10,0 a 31,0%, CTC do solo com resultados de 16,5 a 64,2 cmol+/Kg e índice de erodibilidade maior que 1, nas camadas superiores, e menor que 0,60 nas camadas inferiores (Tabela 3).

O ponto P23 apresentou aumento de silte a 4,00 m de profundidade, indicando a presença materiais inconsolidados residuais da formação Corumbataí, presentes nesta profundidade.

## Materiais inconsolidados retrabalhados da formação Corumbataí

Esses materiais inconsolidados surgem nos vales de inclinadas vertentes, nas áreas mais baixas da região mapeada, apresentaram comportamento laterítico e textura silto-arenosos e areno-siltosos. Apresentaram permeabilidade baixa a muito baixa, massa específica seca obtida com o proctor normal variando de 1,36 a 1,75 g/cm<sup>3</sup>, com umidade variando de 15,5 a 24%, nas camadas superiores, e de 25,2 a 29% nas camadas mais profundas, CTC do solo com índices de 5,5 a 33,0 cmol+/Kg, e índice de erodibilidade maior que 1.

## Materiais inconsolidados residuais da formação Pirambóia

Esses materiais aparecem somente nas áreas mais planas e de topos desta formação. Nos ensaios de mecânica dos solos do ponto de coleta P9, apresentaram comportamento laterítico, massa específica seca, obtida com o proctor normal próxima a 1,8 g/cm<sup>3</sup> e textura arenosa, permeabilidade média (10<sup>-3</sup> cm/seg<sup>-1</sup>), com umidade ótima em média 12,6%, CTC do solo variando de 5,5 a 9,2 cmol+/Kg, da camada superior até 5,20m de profundidade e índice de erodibilidade maior que 1 (Tabela 4).

Tabela 2. Caracterização geotécnica dos materiais inconsolidados retrabalhados das rochas intrusivas básicas.

Amostra	Profundidade	Ar	Si	Ag	$\chi_s$	Mini-MCV		CTC	K <sub>20</sub>
n°	(cm)	(%)	(%)	(%)	g/cm <sup>3</sup>	Pi %	MCT	cmol(+)/Kg	[cm/seg <sup>-1</sup> ]
P28A	0,30 a 0,50	39	22	39	2,517	40,0	LG'	16,5	6,22x10 <sup>-3</sup>
P28B	2,30 a 2,50	32	22	46	3,064	0,0	LG'	12,8	2,95x10 <sup>-3</sup>
P28C	4,00 a 4,50	45	32	23	3,077	57,0	NG'	16,5	1,25x10 <sup>-3</sup>

Amostra	Profundidade	Mini-CBR			$\rho_d$	e <sub>0</sub>	wot.	Índice de Erodibilidade
n°	(cm)	Exp.	Ret.	MCT	(g/cm <sup>3</sup> )		(%)	
P28A	0,30 a 0,50	0,1	2,1	14,7	1,40	0,80	27,0	69,02
P28B	2,30 a 2,50	0,1	1,4	16,0	1,56	0,96	28,0	3,46
P28C	4,00 a 4,50	0,1	0,6	18,3	1,49	0,59	29,0	*

Tabela 3. Caracterização geotécnica dos materiais residuais da Fm. Corumbataí.

Amostra	Profundidade	Ar	Si	Ag	$\chi_s$	Mini-MCV		CTC	K <sub>20</sub>
n°	(cm)	(%)	(%)	(%)	g/cm <sup>3</sup>	Pi %	MCT	cmol(+)/Kg	[cm/seg <sup>-1</sup> ]
P23A	0,20 a 0,40	29,0	29,0	42,0	2,731	0,0	LG'	23,9	2,13 x 10 <sup>-7</sup>
P23B	2,50 a 2,70	30,0	29,0	41,0	2,758	3,0	LG'	33,0	6,24 x 10 <sup>-7</sup>
P23C	4,00 a 4,20	11,0	52,0	37,0	2,706	320,0	NG'	22,0	7,08 x 10 <sup>-8</sup>

Amostra	Profundidade	Mini-CBR			$\rho_d$	e <sub>0</sub>	wot.	Índice de Erodibilidade
n°	(cm)	Exp.	Ret.	MCT	(g/cm <sup>3</sup> )		(%)	
P23A	0,20 a 0,40	0,2	2,2	11,2	1,52	0,79	24,8	29,85
P23B	2,50 a 2,70	0,1	1,8	12,5	1,44	0,91	27,0	1,82
P23C	4,00 a 4,20	0,37	0,8	10,0	1,36	0,98	29,0	2,47

### Materiais inconsolidados retrabalhados da formação Pirambóia

A maior parte das áreas da Formação Pirambóia apresenta-se com materiais inconsolidados retrabalhados (P22), com menos de 30% de finos e comportamento laterítico, permeabilidades baixas, massa específica seca obtida com o proctor normal em torno de 1,85 g/cm<sup>3</sup>. Apresentou umidade ótima em média 14,5%, CTC do solo igual a 5,5 cmol+/Kg, e índice de erodibilidade maior que 1 (Tabela 5).

### Materiais inconsolidados retrabalhados da formação Pirassununga

Esses materiais aparecem em grande parte da área mapeada, nas regiões de extensos topos planos da planície do rio Mogi Guaçu, apresentaram menos de 30% de finos, permeabilidade média, comportamento não laterítico, na maioria dos pontos coletados, massa específica seca, obtida com o proctor normal variando de 1,65 a 1,88 g/cm<sup>3</sup>, com umidade ótima variando de 14 a 16%, CTC do solo, na maioria dos ensaios próximo a 29,4 cmol+/Kg e índice de erodibilidade maior que 1.

O ponto de coleta P11 apresentou um leve acréscimo de argila em relação aos demais pontos coletados desta formação geológica. Foi coletado numa área de topo, em uma região onde foi observada uma coloração mais avermelhada que os materiais inconsolidados do local, possivelmente pela presença do óxido de ferro, característico das rochas basálticas, que deram origem às Intrusivas Básicas. Esse fato mostra uma possível existência de afloramento das Intrusivas Básicas neste topo, resultado da forma com que o relevo foi esculpido o que, possivelmente, não

apareceu no mapa geológico de superfície pela escala do mapeamento adotada. Os resultados de permeabilidade vêm confirmar esta suposição, pois apresentaram coeficientes levemente reduzidos em relação aos demais pontos da Formação Pirassununga.

Os pontos P16 e P21 apresentaram comportamento não laterítico, apesar da existência de materiais inconsolidados retrabalhados. O Ponto P17 apresentou menos de 30% de finos em todas as profundidades, permeabilidades baixas a médias (10<sup>-3</sup> a 10<sup>-4</sup> cm/s) e comportamento laterítico arenoso, indicando a presença de solos retrabalhados da Formação Pirassununga. Esta é uma região que apresentou altos índices de risco potencial à erosão acelerada.

Na região sudoeste da quadrícula, ainda sobre a formação Pirassununga, onde se situa o ponto de coleta de número P18, foram encontradas porcentagens altas de finos, com acréscimo de areia em profundidade. Esse ponto apresentou permeabilidade muito baixa em todas as profundidades e decréscimo das camadas mais superiores para as inferiores. O fato de apresentar comportamento de argila laterítica em todas as profundidades e estar em um local de solos de coloração mais avermelhada, próximo a um talude vertical, de uma rodovia vicinal, pode ser indicativo de outro remanescente de Intrusivas Básicas na formação do relevo, que não aparece no mapa geológico adotado (escala 1:50.000) e, que apareceria num mapa com escala de maior detalhe. Nestas áreas da Formação Pirassununga, apareceram maiores coeficientes de escoamento superficial e, por conseguinte, menores coeficientes de risco potencial à erosão acelerada, desta formação, provavelmente, devido a influências desses resultados.

**Tabela 4. Caracterização geotécnica dos materiais inconsolidados residuais da Fm. Pirambóia.**

Amostra n°	Profundidade (cm)	Ar (%)	Si (%)	Ag (%)	$\gamma_s$ g/cm <sup>3</sup>	Mini-MCV		CTC cmol(+)/Kg	K <sub>20</sub> [cm/seg <sup>-1</sup> ]
						Pi %	MCT		
P9A	0,40 a 0,60	62,0	16,0	22,0	2,738	142,0	LA'	5,5	1,17x10 <sup>-3</sup>
P9B	4,00 a 4,20	54,0	24,0	22,0	2,774	120,8	LA'	0,0	2,30x10 <sup>-3</sup>

Amostra n°	Profundidade (cm)	Mini-CBR			$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	e <sub>0</sub>	wot. (%)	Índice de Erodibilidade
		Exp.	Ret.	MCT				
P9A	0,40 a 0,60	0,1	0,7	11,5	1,84	0,49	14,0	61,77
P9B	4,00 a 4,20	0,1	1,2	13,0	1,87	0,48	15,0	*

**Tabela 5. Caracterização geotécnica dos materiais retrabalhados da Fm. Pirambóia.**

Amostra n°	Profundidade (cm)	Ar (%)	Si (%)	Ag (%)	$\gamma_s$ g/cm <sup>3</sup>	Mini-MCV		CTC cmol(+)/Kg	K <sub>20</sub> [cm/seg <sup>-1</sup> ]
						Pi %	MCT		
P22A	0,40 a 0,60	44	15	41	2,794	30,0	LG'	29,4	8,22x10 <sup>-3</sup>
P22B	2,30 a 2,50	37	19	44	2,889	0,0	LG'	36,7	1,84x10 <sup>-3</sup>
P22C	4,00 a 4,20	90	4	6	2,652	*	NA	5,5	1,57x10 <sup>-3</sup>

Amostra n°	Profundidade (cm)	Mini-CBR			$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	e <sub>0</sub>	wot. (%)	Índice de Erodibilidade
		Exp.	Ret.	MCT				
P22A	0,40 a 0,60	0,15	1,40	11,0	1,71	0,63	20,5%	219,40
P22B	2,30 a 2,50	0,06	2,35	16,0	1,58	0,82	25,5%	0,95
P22C	4,00 a 4,20	*	*	*	*	*	*	302,96

Os pontos de coleta P15, P16 e P19 apresentam menos de 20 % de finos (mais de 80% de areias). O Ponto P16 é bem representativo dessa formação geológica, onde foram encontradas areias não lateríticas e permeabilidades médias ( $10^{-4}$  cm/s). Os pontos P15, P19 e P21 apresentaram resultados de comportamento não laterítico, apontando para a existência de materiais inconsolidados retrabalhados da Formação.

O ponto de coleta P19 encontra-se em uma área de transição entre as formações Corumbataí e Pirassununga, apresentando o comportamento não laterítico e existência de siltes e apresentando menos de 80% de finos (Tabela 6).

### Materiais inconsolidados dos sedimentos do Quaternário

As amostras de materiais inconsolidados das áreas de aluvião foram coletadas em locais mais altos, onde sazonais alagamentos ocorreriam somente em grandes cheias.

Os materiais originários das áreas de aluvião apresentam textura arenosa, com menos de 30% de finos, permeabilidade média, massa específica seca, obtida com o proctor normal variando de 1,84 a 1,96 g/cm<sup>3</sup>, com umidade ótima em média 24,7%, CTC do solo com resultados que variam de 5,5 a 9,2 cmol+/Kg.

Tabela 6. Caracterização geotécnica dos materiais inconsolidados retrabalhados da Fm. Pirassununga.

Amostra	Profundidade	Ar	Si	Ag	$\chi_s$	Mini-MCV		CTC	$K_{20}$
n°	(cm)	(%)	(%)	(%)	g/cm <sup>3</sup>	Pi %	MCT	cmol(+)/Kg	[cm/seg <sup>-1</sup> ]
P19A	0,40 a 0,60	86	4	10	2,662	260,0	NA	5,5	2,30 x10 <sup>-2</sup>
P19B	3,40 a 3,60	83	5	12	2,675	227,0	NA	9,2	1,93x10 <sup>-2</sup>
P19C	5,30 a 5,50	84	4	12	2,671	220,0	NA	7,3	1,69x10 <sup>-2</sup>

Amostra	Profundidade	Mini-CBR			$\rho_d$	$e_0$	wot.	Índice de Erodibilidade
n°	(cm)	Exp.	Ret.	MCT	(g/cm <sup>3</sup> )		(%)	
P19A	0,40 a 0,60	0,1	0,1	9,0	1,90	0,40	11,0%	15,15
P19B	3,40 a 3,60	0,0	0,0	13,0	1,96	0,40	9,5%	0,34
P19C	5,30 a 5,50	0,5	0,2	13,0	1,92	0,39	9,0%	0,44

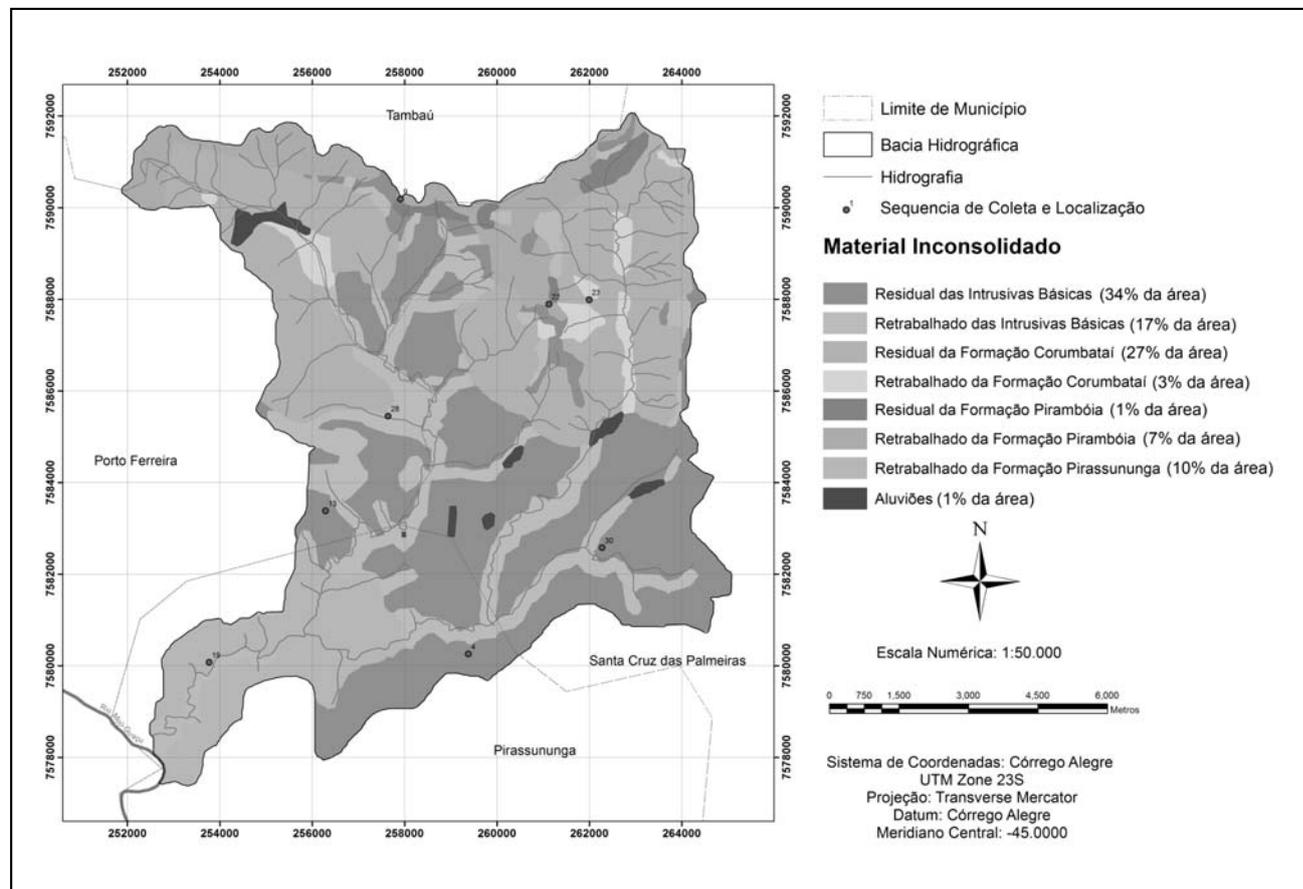


Figura 1. Mapa de materiais inconsolidados da Bacia Hidrográfica do ribeirão das Pedras (SP).

## Elaboração da Carta de Potencial à Escavabilidade

A escavabilidade pode ser entendida como a maior ou menor dificuldade em se escavar um maciço e é essa dificuldade, ou resistência oferecida ao desmonte, o principal critério interveniente na classificação dos materiais.

Esta carta classifica áreas de acordo com a facilidade ou dificuldade para se escavar o terreno. Esta carta foi confeccionada utilizando-se como layers os mapas de material inconsolidado, profundidade do substrato rochoso, profundidade do nível d'água do lençol subsuperficial e declividade. A área mapeada em sua maior parte sobre a clinografia suave da planície do Mogi Guaçu, não apresentou grandes problemas de escavabilidade.

Foi gerada uma nova carta clinográfica com classes de declividades diferentes das classes utilizadas para a carta de escoamento superficial confeccionada inicialmente. Essas classes estão de acordo com os atributos de escavabilidade como mostra a Tabela 7.

Os resultados encontrados, caracterizando cada classe de escavabilidade, foram classificados em porcentagem de área, envolvendo alguns atributos de cada classe ocorrentes região mapeada, onde: Ar (% Areia); d (declividade); K20 (coeficiente de permeabilidade); NA (comportamento geotécnico, segundo classificação MCT).

Uma expressiva área favorável para escavabilidade, encontra-se na região sudoeste em área de ocorrência dos seguintes materiais inconsolidados: retrabalhados arenosos da formação Piraçununga [Ar (83 a 86%), d (<8%), K20 ( $10^{-2}$  cm/seg<sup>-1</sup>), NA] e, em pequenas áreas distribuídas na porção norte da bacia hidrográfica, em unidades residual [Ar (54 a 62%), d (<8%), K20 ( $10^{-3}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LA] e retrabalhada [Ar (37 a 90%), d (<8%), K20 ( $10^{-3}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NA] da formação Pirambóia. Essa classe representa 11% da área total dessa bacia hidrográfica.

**Tabela 7. Classes de declividade utilizada na nova classificação clinográfica.**

Classe de declividade	Atributo
Menor que 8%	Favorável
8 a 15%	Moderada
15 a 20%	Severa
Maior que 20%	Restritiva

Com relação à caracterização dos materiais inconsolidados, incluídos na classe Moderada de escavabilidade, tem-se: materiais retrabalhados das Intrusivas Básicas [Ar (11 a 16%), d (8% <15%), K20 ( $10^{-3}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NG'], retrabalhados da formação Corumbataí [Ar (43 a 66%), d (8% <15%), K20 ( $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NA], retrabalhados da formação Pirambóia [Ar (37 a 90%); d (8% <15%), K20 ( $10^{-3}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NA] e retrabalhados da formação Piraçununga [Ar (83 a 86%); d (8% <15%), K20 ( $10^{-2}$  cm/seg<sup>-1</sup>), NA].

A distribuição geográfica desses materiais inconsolidados, envolve todas as regiões da bacia hidrográfica, ocupando 21% da área.

Por outro lado, a classe Severa de escavabilidade apresenta uma distribuição espacial em 59% do território da área, envolvendo os materiais inconsolidados das seguintes formações geológicas de superfície: retrabalhados da formação Piraçununga [Ar (83 a 86%), d (15% a 20%), K20 ( $10^{-2}$  cm/seg<sup>-1</sup>), NA]; retrabalhados da formação Pirambóia [Ar (37 a 90%), d (15% a 20%), K20 ( $10^{-3}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NA]; residuais da formação Corumbataí [Ar (11 a 30%), d (15% a 20%), K20 ( $10^{-7}$  a  $10^{-8}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NG']; materiais residuais das Intrusivas Básicas [Ar (11 a 16%), d (15% a 20%), K20 ( $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  cm/seg<sup>-1</sup>) LG' e NS'].

A classe restritiva, que se distribui por 9% da área, está representada pelos seguintes materiais inconsolidados: aluviões [Ar (74 a 77%); d (<8%); K20 ( $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  cm/seg<sup>-1</sup>); NA]; retrabalhados das Intrusivas Básicas [Ar - 11 a 16%); d (>20%); K20 ( $10^{-3}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NG']; residuais da formação Corumbataí [Ar (11 a 30%); d (>20%); K20 ( $10^{-7}$  a  $10^{-8}$  cm/seg<sup>-1</sup>), LG' e NG'] e retrabalhados da formação Pirambóia [Ar - 54 a 62%); d (>20%); K20 ( $10^{-3}$  cm/seg<sup>-1</sup>); LA].

Considerando as informações apresentadas e as características dos materiais inconsolidados que ocorrem na área, foi produzida a Carta de Escavabilidade da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras (Figura 2).

## CONCLUSÕES

As formações geológicas de superfície existentes na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras podem ser subdivididas em dois grupos distintos: o grupo das argilosas, composto pelas Intrusivas Básicas e Fm. Corumbataí e, o grupo das arenosas, composto pelas Formações Piraçununga e Pirambóia. Os ensaios de mecânica dos solos mostraram grandes interferências entre as formações geológicas. Foram encontradas áreas de topos na Formação Pirassununga com indícios de interferências dos materiais oriundos das rochas Intrusivas Básicas; da mesma forma, foram encontradas áreas com maiores teores de areia, na Formação Corumbataí e Intrusivas Básicas, predominantemente, silto argilosa e argilosa respectivamente, este teor mais elevado pode ter como fator de origem possíveis interferências das formações Pirambóia e Pirassununga.

As formações geológicas arenosas da quadrícula propiciam, em geral, melhores condições para escavabilidade e por outro lado, as formações argilosas apresentam condições desfavoráveis de escavabilidade.

A utilização dos resultados desse mapeamento traz subsídios para as novas atitudes e suporte à gestão do meio físico, proporcionando o desenvolvimento regional e urbano adequado e eficaz, respeitando as condições naturais da área. Este estudo forneceu informações na escala 1:50.000, o qual merece maior detalhamento e verificação em campo, caso o interesse seja utilizá-lo na realização de novos empreendimentos na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras.

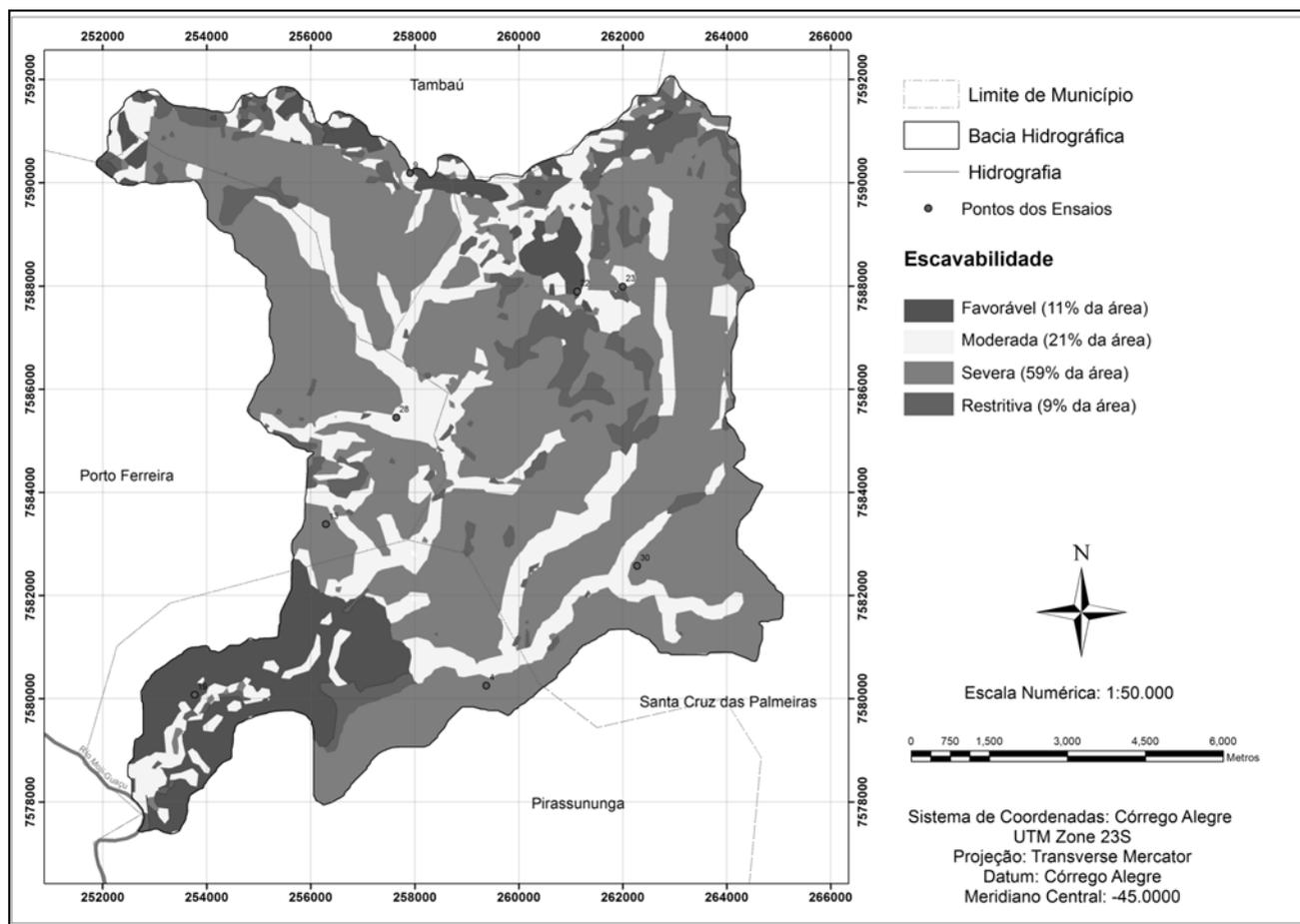


Figura 2. Carta de escavabilidade da Bacia Hidrográfica do ribeirão das Pedras (SP).

#### TRABALHOS CITADOS NO TEXTO

BIELENKI, C. J.; BARBASSA, A. P.

Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações práticas.  
 São Carlos: EdUFSCar, 2012.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1983.

Folha topográfica de Pirassununga (SF-23-V-C-V-3).  
 São Paulo: IBGE. Escala 1:50.000. 2ª ed. 1ª reimpressão.

BRASIL - DNPM.

Departamento Nacional da Produção Mineral. 1979.  
 Projeto Sapucaí. Rio de Janeiro: DNPM. Escala 1:250.000. 1ª ed.

CANÇADO, C.J.

Zoneamento de risco de inundações como ferramenta de planejamento ambiental em bacias hidrográficas - estudo de caso: Bacia do Rio Bonito, SP.  
 Tese (Doutorado), PPG-Ecologia e Recursos Naturais. 388p. 27 anexos. 2003.

CHRISTOFOLETTI, A.

Geomorfologia.  
 São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1974. 149p.

ESRI.

World Imagery - Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community.  
 Copyright: © 2014 Esri, DeLorme, HERE, TomTom. Disponível em <[http://goto.arcgisonline.com/maps/World\\_Imagery](http://goto.arcgisonline.com/maps/World_Imagery)>  
 Acesso em: 23/04/2014.

FEHIDRO, 2011.

Plano da Bacia Hidrográfica: 2008-2011.  
 Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, Cetesb - São Paulo. 170p.

- FEITOSA, F.A.C., 2008.  
Hidrogeologia: conceitos e aplicações.  
*Organização e coordenação científica: Fernando A.C. Feitosa et al. 3ª. Ed. rev. e ampl.*  
Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 812p.
- FRANZ, B. 2011.  
Fatores Intervenientes nas vulnerabilidades dos recursos hídricos às mudanças do clima no Estado do Rio de Janeiro.  
*In: Vulnerabilidade dos recursos hídricos no âmbito regional e urbano/ Riane T.S. Nunes, Marcos A.V. Freitas, Luiz Pinguelli Rosa (Organizadores). Rio de Janeiro: Interciência, v.1, p.3-60.*
- GALIANO, V.A. 2001.  
Mapeamento geotécnico da quadrícula de Pirassununga (SP) na escala 1:50.000, como subsídio ao planejamento do meio físico. São Carlos.  
*PPG-Engenharia Urbana/UFSCar. 2v. 140p. Dissertação (Mestrado).*
- HASUI, Y.  
Compartimentação Geológica do Brasil in Geologia do Brasil.  
*Organizado por Yociteru Hasui; Celso Dal Ré Carneiro; Fernando Flávio Marques de Almeida; Andrea Bartorelli; - São Paulo: Beca, 2012, p. 112-122.*
- LOURES, S.S.P., CALIJURI, M.L. & GUIMARÃES, A.O.  
Sistemas de gerenciamento de dados para bacias hidrográficas urbanas.  
*In: 5º. Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. Osni José Pejon, Lázaro Valentin Zuquette (eds). São Carlos: Suprema Gráfica Editora. p. 477-483, 2004.*
- MENDES, R. M. ; LORANDI, R.  
Carta de Escavabilidade da área central urbana de São José do Rio Preto(SP), como contribuição ao planejamento urbano.  
*In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 2001, Porto Alegre (RS). Anais do XX Congresso Brasileiro de Cartografia. Rio de Janeiro (RJ): Sociedade Brasileira de Cartografia, 2001. v. 1. p. 1-17.*
- OLIVEIRA, H.H. DE.  
Proposta de criação e caracterização da Área de Proteção Ambiental de Descalvado, SP.  
*São Paulo: USP: Instituto de Biociências, 1995. Dissertação (Mestrado em Ciências).*
- OLIVEIRA, K.A.  
Ordenamento territorial e bacias hidrográficas: um estudo sobre os projetos do Comitê PCJ.  
Fórum Ambiental da Alta Paulista. v.VI, p. 114-123. 2010.
- PEJON, O.J. 1992.  
Mapeamento geotécnico da Folha de Piracicaba-SP (Escala 1:100.000): estudo de aspectos metodológicos, de caracterização e de apresentação de atributos.  
*São Carlos, USP-São Carlos, 2v. 224p. Tese (Doutorado).*
- PEJON, O.J. & ZUQUETTE, L.V. 2001.  
Carta de predisposição a erosão acelerada - área de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil: Metodologia e Avaliação dos resultados.  
*Geotecnica, (93):33-60.*
- ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C.  
Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.  
*Laboratório de Cartografia Geotécnica. FFLCH/USP. IPT/FAPESP. São Paulo – SP. 1997. v. 1 e 2. 64p.*
- SÃO PAULO (ESTADO), 1981.  
Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico.  
*Formações Geológicas de Superfície. Folha de Piracurungu (SF-23-V-C-V-3). São Paulo: IG, Mapa color. (72x65cm).*
- SÃO PAULO (ESTADO), 1995.  
Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria da Agricultura e Abastecimento e Secretaria de Economia e Planejamento.  
Macrozoneamento das Bacias dos Rios Mogi Guaçu, Pardo e Médio Grande: Questões sócio ambientais e regionais.  
2v. São Paulo.
- SÃO PAULO-DAEE-IG-IPT-CPRM, 2005.  
Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo : escala 1:1.000.000 : nota explicativa / [coordenação geral Gerônimo Rocha].  
*São Paulo : DAEE-Departamento de Águas e Energia Elétrica : IG-Instituto Geológico : IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo : CPRM-Serviço Geológico do Brasil. 3v. 119p. Mapa escala 1:1.000.000.*
- STRAHLER, A. N.  
Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography.  
*Geological Society of America Bulletin, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952.*

TOREZAN, F. E.

Análise ambiental da Bacia do Rio Bonito (Descalvado, SP) com ênfase nas atividades de exploração mineral de areia.  
*São Carlos: UFSCar. 165p. 2v + 7 map. color. 2000. Dissertação (Mestrado).*

UNITED STATES – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS).

LANDSAT\_8. Cena: LC82200752014078LGN00.

*Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em: 23/04/2014.*

ZUQUETTE, L. V. (1993).

Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração.  
*São Carlos, USP - São Carlos, 2v. 256p. (Tese de Livre-Docência).*



# ASAGAI

ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOLOGÍA APLICADA  
A LA INGENIERÍA

Análisis geotécnico sobre muestras de arcillas provenientes de los alrededores de la "Tambería de Guandacol" (prov. La Rioja), como posible fuente de aprovisionamiento de arcillas en la producción cerámica de los pueblos originarios

*Martinez, Amancay - Sales, Daniel A.*

Relación entre caudales y precipitación en algunas cuencas de la Patagonia norte

*Romero, Paula Elisa - González, Marcela Hebe*

Cartografía de riesgo de inundación y la representación de la vulnerabilidad en gran La Plata, Buenos Aires

*Lic. Schomwandt, David - Esp. Lic. Lucioni, Nora - Dra. Andrade, María Isabel*

Proposta de ordenamento territorial da bacia hidrográfica do Rio das Pedras (sp), na escala 1:50.000: potencial à escavabilidade dos maciços de solos

*Galiano, Valdir Aparecido - Lorandi, Reinaldo - de Lollo, José Augusto*

Salinización incipiente de un arroyo de alta montaña en los Andes de Patagonia (Argentina)

*Pizzolon, Lino - Omad, Guillermo - Weidl, Mariana - Claverie, Horacio*

Propuesta de análisis de la sismicidad a escala 1:250.000. Caso: Hoja Salta

*Gonzalez, M. A. - Chayle, W.*

Evaluación de la susceptibilidad de riesgos geológicos debidos a procesos de remoción en masa en el área pedemontana de la quebrada y dique Los Sauces (La Rioja, Argentina)

*Avila, Laura Sonia del C.*

Agregados reciclados pretratados para uso en hormigón

*Priano, Carla - Señas, Lilia - Moro, Juan - Marfil, Silvina*

Reseña de Libros. Experiencia Portuguesa en Obras Subterráneas

*Sarra Pistone, Raúl*

Portada: Playa del Camping Americano en Monte Hermoso. Provincia de Buenos Aires. *Fotografía Jorge Caló, Ricardo Caputo, Claudina Di Martino y Angel Marcos.*

**Revista de Geología  
Aplicada a la Ingeniería  
y al Ambiente**

