

Unidade 02

GEOTECNIA DO SUBSOLO

Introdução:

O estudo do solo é um requisito prévio para o projeto de qualquer obra, sobretudo as de grande porte (obras de arte, edifícios, cortes, aterros, etc..). O conhecimento da formação geológica do local, o estudo das rochas, solos e minerais, bem como a verificação da presença e posicionamento do lençol freático, são fatores fundamentais. Como se sabe, em se tratando de solos e rochas, a heterogeneidade é a regra e a homogeneidade a exceção. Os estudos são, pois indispensáveis para se alcançar uma boa engenharia, ou seja, aquela que garante a necessária condição de segurança e economia. (GEOESP, 2018)

2. 1 - Reconhecimento do Subsolo

Para fins de Fundações de Edifícios

A escolha do tipo de fundação é responsabilidade do engenheiro projetista e é feita baseada nas informações geotécnicas, as quais devem fornecer dados sobre o terreno de fundação.

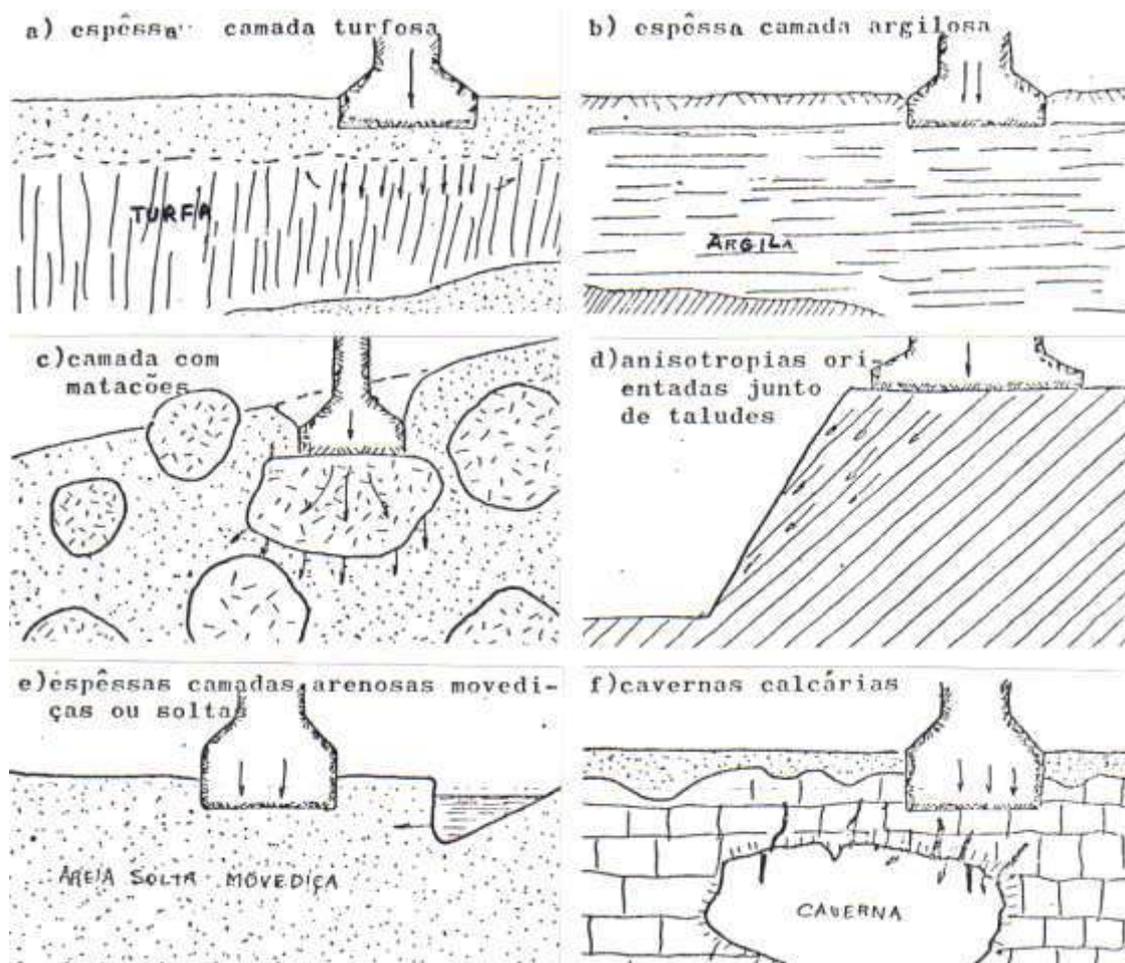
O método mais comum para investigação geotécnica do subsolo de fundações de edifícios é o de sondagem à percussão com circulação de água, acompanhado pelo ensaio normalizado de penetração (SPT) ou sondagem de simples reconhecimento do solo (Normas ABNT). Este método fornece um perfil com descrição das camadas do solo e a resistência oferecida por elas à penetração de um amostrador normalizado. Pode fornecer, ainda, a profundidade do nível de água estático.



Vista de um tripe de sondagem: Investigação do subsolo para a futura construção de fundações de estrutura de cobertura de quadras poliesportivas no campus da UFJF.

Quando a fundação é rochosa, ou parcialmente rochosa, usa-se outro método de sondagem, a sondagem rotativa com broca de diamante e extração de testemunho de sondagem. A rocha amostrada é descrita e avaliada quanto à resistência.

Em casas ou construções que aplicam baixa tensão sobre o solo (fundações diretas – por meio de sapatas), muitas vezes não são realizadas sondagens à percussão. Pode-se executar uma sondagem de reconhecimento com o auxílio de um trado, sendo válido, neste caso, a experiência do Engenheiro responsável, ou mesmo construtor, para estabelecer até onde deve ir a escavação para ser colocada a fundação classificada como direta. A experiência é reforçada pelo conhecimento dos solos da região, com a devida atenção para as diversas condições geotécnicas desfavoráveis para fundações diretas, conforme ilustrado na figura a seguir.



Condições geotécnicas desfavoráveis para fundações diretas.

2.2 – Formações Geológicas-Geotécnicas

O solo deve ser considerado sob o aspecto de **ente natural** e, como tal é tratado pelas *ciências que estudam a natureza*, como a geologia, a pedologia e a geomorfologia.

Uma boa introdução sobre o assunto voltada para a área de Engenharia Civil, é apresentada pelo Prof. Milton Vargas (1978). Outra boa abordagem sobre o assunto principalmente no que se refere as diferentes formações geológicas dos solos deve-se a Salomão e Antunes (1998), sendo ambas referências bibliográficas utilizadas na redação deste subitem.



Vista aérea (1994) de uma “obra de terra” - Construção de um grande aterro nas proximidades de uma das cabeceiras do Aeroporto de Juiz de Fora, que utilizou apenas solo como material de construção. Observe a coloração diferenciada do solo cortado, mostrando o *contorno da antiga rocha ali existente*, que se intemperizou, transformando-se em solo.

A palavra *solo* não tem um significado intuitivo imediato. Em português clássico, o termo solo significa tão somente a superfície do chão, sendo o significado original da palavra herdada do latim “solum”.

Agricultura Geologia Eng ^a Civil	Diferentes conceitos. Adquire significados específicos de acordo com a finalidade.
---	---

No campo específico da agricultura, solo é a camada de terra tratável, geralmente de poucos metros de espessura, que suporta as raízes das plantas.

Na geologia o termo adquire um significado já abordado no capítulo anterior, qual seja: Produto do intemperismo físico e químico das rochas, situado na parte superficial do manto de intemperismo. Constitui-se de material rochoso decomposto.

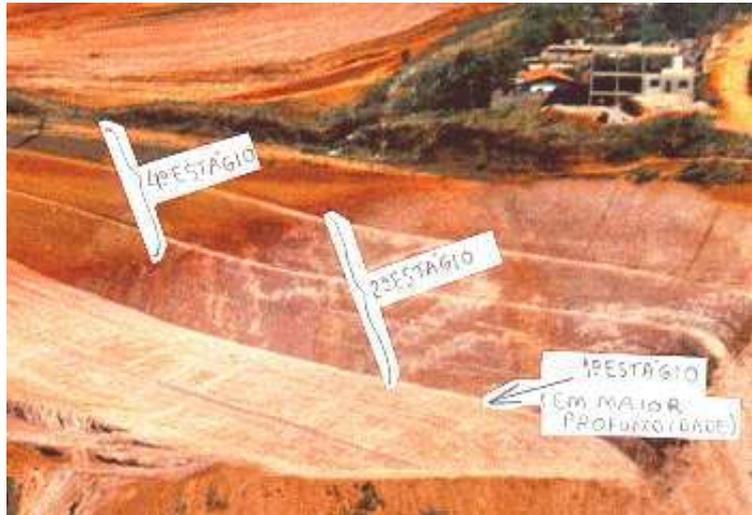
Com a finalidade específica da Engenharia Civil, portanto, *os termos solo e rocha poderiam ser definidos, considerando-se o solo como todo o material da crosta terrestre que não oferecesse resistência intransponível à escavação mecânica e que perdesse totalmente toda resistência, quando em contato prolongado com a água; e rocha, aquele cuja resistência ao desmonte, além de ser permanente, a não ser quando em processo geológico de decomposição, só fosse vencida por meio de explosivos.*

Portanto, sob um ponto de vista puramente técnico, aplica-se o termo solo a *materiais da crosta terrestre que servem de suporte, são arrimados, escavados ou perfurados e utilizados nas obras da Engenharia Civil. Tais materiais, por sua vez, reagem sob as fundações e atuam sobre os arrimos e coberturas, deformam-se e resistem a esforços nos aterros e taludes, influenciando as obras segundo suas propriedades e comportamentos.* O estudo teórico e a verificação prática dessas propriedades e atuação é que constituem a Mecânica dos Solos. É essa última, portanto, um ramo da Mecânica, aplicada a um material preexistente na natureza.

Origem e Constituição:

Mecanismo de formação dos solos

(processo físico-químico de fragmentação e decomposição das rochas, transporte e evolução pedogênica).



1º Estágio: Expansão e contração térmica, alternadas das rochas sãs.

- Fraturamento mecânico
- Decomposição química, transformando os fragmentos em argilas/areia.
- Percolação de água e crescimento de raízes de plantas nas fissuras das rochas.
- Surgem grandes blocos a pequenos fragmentos.

2º Estágio: *Alteração química das espécies minerais.*

- Ataque pela água acidulada, ácidos orgânicos, oxidação
- Decomposição química, transformando os fragmentos em argilas/areia.

3º Estágio: *Transporte por agente qualquer, para local diferente ao da transformação.*
(Pode ou não ocorrer)

- Formação dos “solos transportados” ou “sedimentares”.

4º Estágio: *Evolução pedogênica*

- Processos físico-químico e biológicos
- Lixiviação do horizonte superficial com concentração de partículas coloidais (menores) no horizonte profundo. Impregnação com húmus (matéria orgânica) do horizonte superficial.

Exs.: Processo de formação.

No caso da rocha madre ser por exemplo, um basalto em clima tropical (Brasil), de invernos secos e verões úmidos, a decomposição se faz, principalmente, pelo *ataque químico das águas aciduladas* aos **plagioclásios** e outros elementos melanocráticos, dando como resultado predominantemente **argilas**. Não apareceria neste solo a fração areia, pois o basalto não contém quartzo, mas aparecem, em pequenas porcentagens, grãos de óxidos de ferro, muitas vezes sob a forma de magnetita. É o caso da terra roxa, do interior Centro-Sul do Brasil, que é predominantemente uma argila vermelha.

Os arenitos, das formações sedimentares brasileiras dão origem a um solo essencialmente arenoso, pois não existem feldspatos ou micas em sua composição. O elemento que altera é o cimento que aglutina os grãos de **quartzo**. Quando esse cimento é silicoso - forma-se um solo residual extremamente **arenoso**. Quando o cimento é argiloso aparece no solo residual de arenito uma pequena porcentagem de argila.

2.3 – Classificação dos Solos

Registros Fotográficos: **Amostragem para classificação dos solos em laboratório ou campo**



- a) Coleta em uma jazida a ser ensaiada para ser utilizada como material de construção.
 b) Coleta em um subleito de futura Avenida em São Pedro, próximo a UFJF.
 c) Investigação do subsolo através de sondagem, com amostragem para avaliação das características e classificação de diferentes horizontes de solo (classificação em sondagem – no campo).

a) - Quanto a Textura ou Granulometria:

Sabe-se que o comportamento dos solos está de certo modo ligado ao tamanho das partículas que os compõem. De acordo com a *granulometria*, os solos são classificados nos seguintes tipos, de acordo com o tamanho decrescente dos grãos:

- a) Pedregulhos ou cascalho b) Areias - Grossas, Médias e Finas c) Siltes d) Argilas

Na natureza, raramente um solo é do tipo “puro”, isto é, constituído na sua totalidade de uma única granulometria - diâmetro fixado em escalas como as apresentadas a seguir. Dessa maneira, o comum é o solo apresentar certa porcentagem de areia, de silte, de argila, de cascalho, etc.

Escala Granulométrica Internacional

Pedregulho	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
	2 mm	0,2 mm	0,02 mm	0,002 mm

Escala da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Pedregulho	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Silte	Argila
	2mm		0,06mm	0,002mm	

Segundo a NBR 6502/05 tem-se quanto à textura:

Pedregulhos grossos tem grãos compreendidos entre 20,0 e 60,0 mm;

Pedregulhos médios tem grãos compreendidos entre 6,0 e 20,0 mm;

Pedregulhos finos tem grãos compreendidos entre 2,0 e 6,0 mm.

Areias grossas: tem grãos compreendidos entre 0,60 mm e 2,0 mm;

Areias médias: tem grãos compreendidos entre 0,20 mm e 0,60 mm;

Areias finas: tem grãos compreendidos entre 0,06 mm e 0,20 mm.

A NBR 6502/05 apresenta inicialmente a terminologia para a designação relativa às rochas, de interesse na geotecnia, a saber:

Bloco de Rocha: fragmento de rocha com diâmetro (Φ) > 1 m;

Matacão: Φ entre 20 e 100 cm;

Pedra ou Pedra-de-mão: Φ entre 6 cm e 20 cm

• **Características das Frações:**

Areia: A espécie mineralógica é, comumente, o quartzo. Mineral inerte, não se decompondo na presença da água.

Argila: As pesquisas em argilas revelam, que elas são constituídas de pequeníssimos minerais cristalinos, chamados *minerais argílicos*, dentre os quais distinguem-se três grupos principais: *caolinitas, montmorilonitas e ilitas*.

Qualitativamente, a consistência de uma argila é avaliada como:

Muito mole, se escorre entre os dedos, quando apertada nas mãos;

Mole, se pode ser facilmente moldada pelos dedos;

Média, se pode ser moldada pelos dedos;

Rija, se requer grande esforço para ser moldada pelos dedos;

Dura, se não pode ser moldada, e quando submetida à grande esforço, desagrega-se ou perde a estrutura original.

Observe-se que a consistência depende do teor de umidade do solo.

• **Características básicas dos Solos: (em função da granulometria)**

- | | |
|-----------------|--|
| Solo argiloso : | <ul style="list-style-type: none"> • Presença de coesão (atração das partículas - interação físico-química), propriedade responsável pela resistência à ruptura destes solos. • Comportamento plástico (se deixam moldar em diferentes formas) |
| Solo siltoso: | <ul style="list-style-type: none"> • São solos de granulação fina que apresentam pouca ou nenhuma plasticidade. Um torrão de silte seco ao ar pode ser desfeito com bastante facilidade |
| Solo arenoso: | <ul style="list-style-type: none"> • Comportamento depende apenas da sua granulometria, não importando sua constituição mineralógica. • Não apresenta coesão, sua resistência à ruptura se dá apenas por atrito entre suas partículas. |

Como exemplo de um solo predominantemente *arenoso*, e que apresenta uma porcentagem de argila variável é o conhecido **saibro**, solo largamente utilizado na construção civil para confecção de massa de reboco e emboço de alvenaria, construção de pavimento de estradas... Abaixo são mostrados exemplos de composição (granulometria) de dois saibros de jazidas de Juiz de Fora, em %.

Jazida	Pedregulho	Areia	Silte	Argila
Linhares	0.2	90.7	2.8	6.3
Milho Branco	0.3	70.1	17.3	12.3

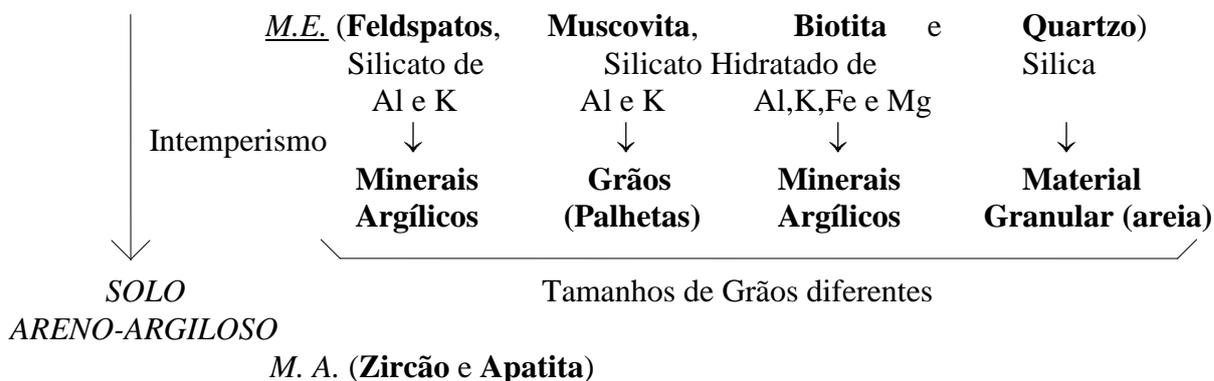
• **Nomeclatura:**

Tendo-se como referência a granulometria atribui-se a nomenclatura baseado na predominância de uma fração ou na conjunção de diferentes frações granulométricas.

Exemplos: Pedregulhoso, arenoso, siltoso, argiloso ou argilo-arenoso
 > % argila
 < % areia

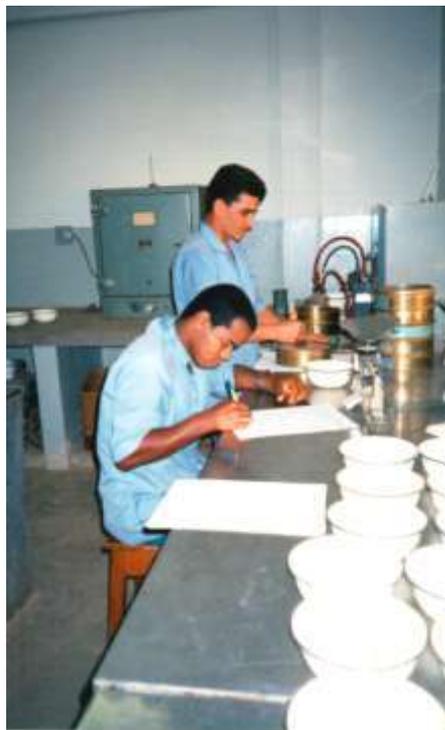
Ex.: Formação de um solo com a rocha mãe sendo o granito

GRANITO → Rocha



Obs. M. E. = *Minerais Essenciais* e M. A. = *Minerais Acessórios*

Registros Fotográficos: **Ensaios para determinação de granulometria e posterior classificação de amostras de solo, em laboratório.**



- a) Diversas amostras em pátio (UFJF) de secagem ao ar, a serem ensaiadas.
- b) Tigelas esmaltadas com solo lavado, submetido ao ensaio de granulometria.
- c) Laboratoristas operando equipamentos, realizando anotações e cálculos de ensaios de laboratório.

b - Quanto a Origem de Seus Constituintes: (Genética - Formação Geológica)

Quando o solo, produto do processo de “decomposição” das rochas permanece no próprio local em que se deu o fenômeno, ele se chama “residual”. Quando em seguida é carregado pela água das enxurradas ou rios, pelo vento ou pela gravidade - ou por vários desses agentes simultaneamente - ele é dito “transportado” ou “sedimentar”. Existem outras designações (tipos) de solos. Há aqueles nos quais aparecem elementos de decomposição orgânica que se misturam ao solo transportado, existem os solos provenientes de uma evolução pedogênica, tais como os solos superficiais que suportam as raízes das plantas ou os solos “porosos” dos países tropicais. Basicamente podem ser estabelecidos as seguintes formações:

- 2. 3. 1 – *Solos in situ ou Residual*
- 2. 3. 2 – *Solos Transportados (Sedimentares)*
 - coluviões - gravidade*
 - tálus - gravidade (água)*
 - aluviões - água*
 - terraços fluviais - água*
 - sedimentos marinhos*
 - eólicos - vento*
- 2. 3. 3 – *Outros Solos*
 - Orgânicos*
 - Turfas*
 - Pedogênicos (lateríticos)*

No desenvolvimento do projeto de fundações é importante que o profissional Engenheiro identifique claramente em que tipo de formação geológico-geotécnica será implantado o projeto. Esta compreensão contribui muito para o desenvolvimento de um projeto efetivamente adequado às particularidades geotécnicas que se apresentam. Assim, cada uma das formações acima descritas serão abordadas nos itens seguintes.

2. 3. 1 - Solos in situ ou Residual:

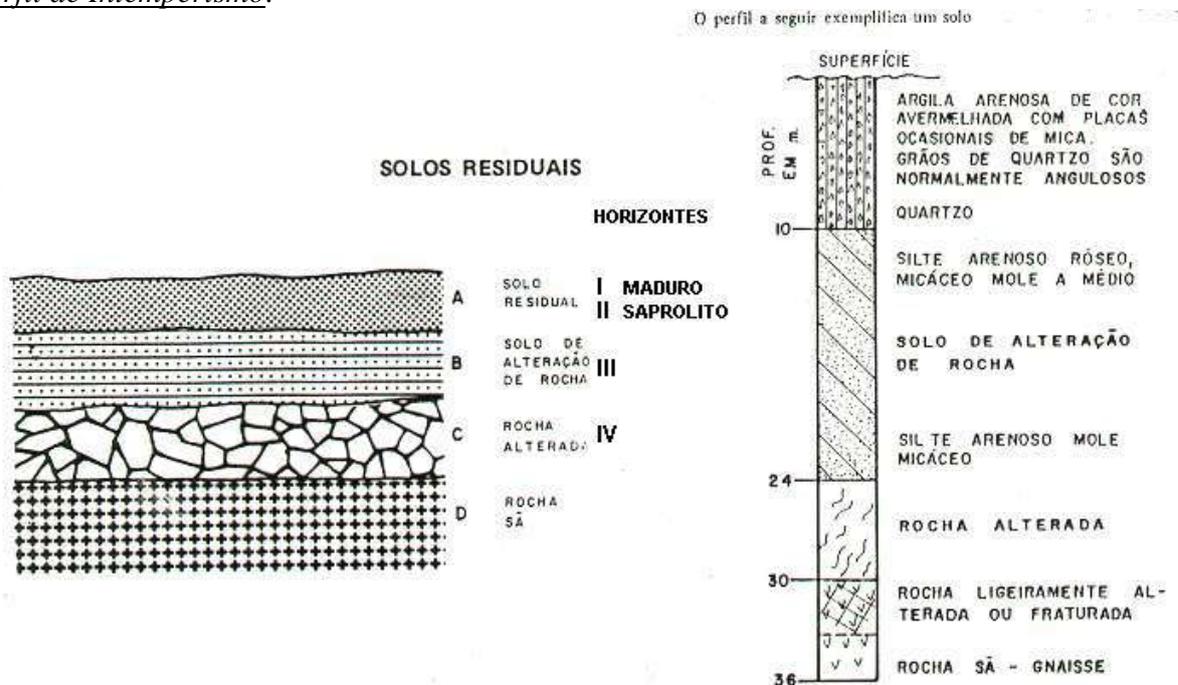
Salomão e Antunes (1998) descrevem estas formações como segue.

*“Os solos formados a partir da decomposição das rochas pelo intemperismo, seja químico, seja físico, ou combinação de ambos, e que **permaneçam no local onde foram formados, sem sofrer qualquer tipo de transporte**, são denominados solos residuais. A natureza desses solos, ou seja, sua composição mineralógica e granulométrica, estrutura e espessura, dependem do clima, relevo, tempo e tipo de rocha de origem. Assim, em regiões do clima tropical, como na maior parte do Brasil, o manto de solo residual, formado pela decomposição das rochas com predomínio do intemperismo químico, apresenta, quase sempre, espessura da ordem de dezenas de metros, enquanto que, em regiões com predomínio de clima temperado, este manto tem espessura normalmente de poucos metros.*

A natureza e a espessura do manto de intemperismo de solos residuais têm grande importância na Geologia de Engenharia. Mantos de solos residuais muito espessos podem, por exemplo, impossibilitar a fundação de obras hidráulicas de concreto sobre o maciço de rocha sã, que se encontra a grandes profundidades, obrigando que estas fiquem apoiadas em solos residuais. Vários desses casos de obras antigas e recentes, com fundações de solos residuais, são encontradas no Brasil.”

Subdivididos, conforme a zona de intensidade de intemperismo, em *horizontes* que, geralmente, se organizam da superfície para o mais profundo, mas que, eventualmente, podem estar ausentes, num perfil de solo residual. Por outro lado a transição entre um horizonte e outro é gradativa, de forma que a separação entre dois deles pode ser arbitrária.

Perfil de Intemperismo:



O perfil acima, à direita (dados reais obtidos em uma boletim de sondagem) evidencia a ocorrência de solo do tipo residual.

Observe a ocorrência de um horizonte de argila avermelhada sobre um horizonte de silte arenoso róseo. Abaixo deste é identificada na sondagem um solo de alteração sobre alterada, fraturada até sã.



Fenômeno de erosão contribuindo para o desmoronamento de grandes volumes de solo permitindo-nos visualizar um horizonte (mais superficial) de solo orgânico sobre um horizonte quase que inexistentes de solo residual maduro, seguido abaixo de horizonte considerável de solo jovem - saprolito. Observe as “manchas” claras evidenciando a decomposição das concentrações de determinados minerais provenientes da rocha de origem.

Solo residual maduro - superficial ou inferior a um horizonte “poroso” ou “húmico”. É a situação em que o solo perdeu toda a estrutura original da rocha-madre e tornou-se relativamente homogêneo.

Solo Residual Jovem - Situação em que o solo mantém a estrutura original da rocha-madre, inclusive veios intrusivos, fissuras, xistosidade e camadas, mas perdeu totalmente sua consistência. À vista pode confundir-se com uma rocha alterada, porém, pela pressão dos dedos, desintegra-se completamente. (observe a foto ao lado).

Também é denominada saprolito ou saprólito.



Solo de alteração de rocha - Material proveniente da alteração de rochas “in situ”, que se encontra em estágio avançado de desintegração. Possui a estrutura original da rocha e a ela se assemelha em todos os aspectos visuais perceptíveis, salvo na coloração. Sua constituição é variável, mostrando o conjunto em geral, anisotropia ou heterogeneidade acentuada, decorrente da presença de núcleos de material consistente entremeados a uma massa com características de solo. *É descrita pela textura, plasticidade e consistência ou compacidade, com indicação do grau de alteração e, se possível, rocha de origem.*

Obs.: Blocos em material alterado - é o horizonte em que a alteração progrediu ao longo de fraturas ou zonas de menor resistência, deixando relativamente intactos grandes blocos da rocha original envolvidos por solo de alteração de rocha (pode ou não ocorrer).

As imagens abaixo ilustram a ocorrência de solo residual (em corte realizado, expondo os materiais). Observe na foto à esquerda a ocorrência de solo residual maduro e jovem e na foto à direita o aspecto dos solos sobre material (solo) de alteração e este sobre rocha alterada. Abaixo deste material identificou-se (não mostrada na foto) a ocorrência de rocha fraturada e abaixo praticamente sã (com poucas fraturas).

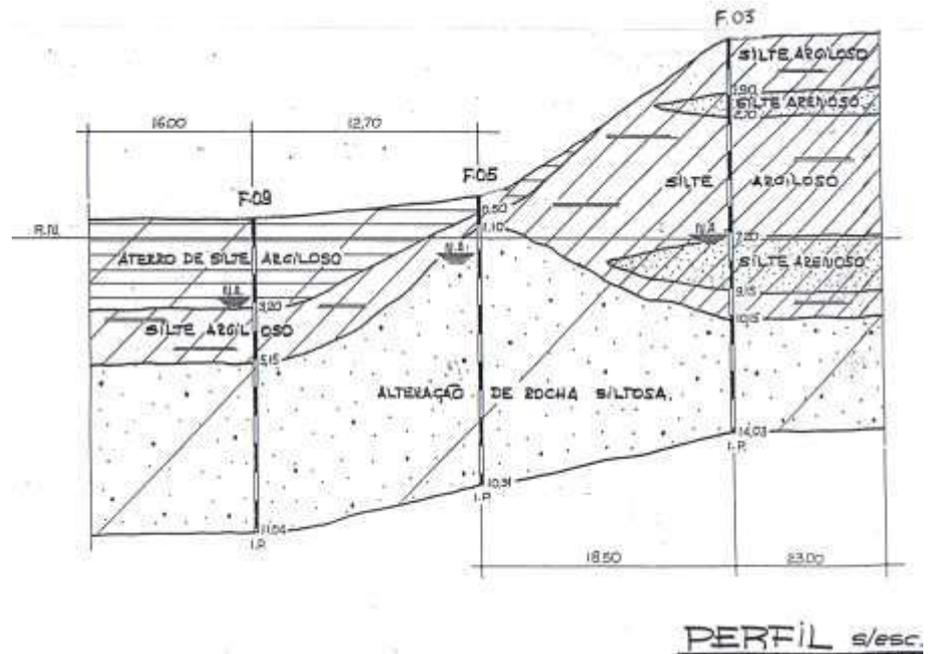


Corte em rodovia Muriaé – Limeira

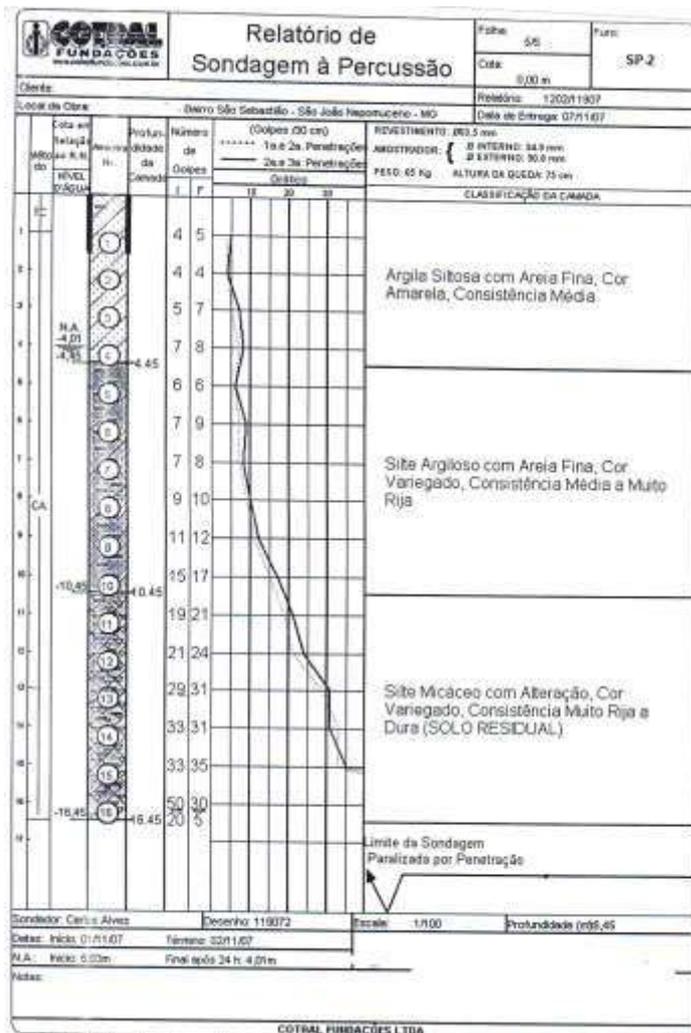


Corte na Rua Dr.
Romualdo – J. Fora/MG

Exemplo de subsolo interpretado a partir da representação de 3 furos de sondagens alinhados (“terreno” de formação residual após terraplenagem – remoção da formação argilosa e execução de aterro)



** Exemplo de boletim de sondagem à percussão de ocorrência residual. Observe os dados indicativos (diferentes horizontes) ao longo do perfil que evidenciam a formação geológica abordada neste subitem.



- * Local de ocorrência – Região correspondente a parte elevada de uma encosta (mais próximo do seu “cume”);
- * Camadas sobreposta de argila, silte (com areia fina) e silte com alteração
- * Valores de SPT crescentes
- * Presença de solo residual jovem (destacado com boletim entre parênteses (“solo residual”) – solo saprolítico
- * Presença do impenetrável na sequência do aumento da compactação da camada residual jovem
- * Cores do horizonte superior em tom amarelo e horizonte inferior “variado”

2. 3. 2 - Solos Transportados (Sedimentares):

Antunes descreve estas formações como segue.

“Os solos transportados são os que sofreram transporte por agentes geológicos do local onde se originaram até o local onde foram depositados, não tendo ainda sofrido consolidação.

Assim como os solos residuais, a maioria dos solos transportados, inconsolidados, se formaram a partir do Cenozóico (era geológica), podendo estar, ainda, em processo de formação.

Os solos transportados têm grande importância em Geologia de Engenharia. Apenas para citar alguns exemplos, estes podem ser excelentes fontes de materiais naturais de construção. Entretanto, podem constituir fundações problemáticas para muitas obras de engenharia e, em certos casos, causar problemas de estabilidade de taludes de corte encostas naturais.”

Algumas formas de ocorrência dos principais tipos de solos transportados e sua inter-relação com os solos residuais estão apresentados a seguir.

Classificam-se segundo o agente de transporte:

a) - Solos Coluviais:

• Coluviões

Salomão e Antunes (1998) descrevem estas formações como segue.

“Os coluviões são depósitos de materiais inconsolidados, normalmente encontrados recobrimo encostas íngremes, formados principalmente pela gravidade e também pela água. Estes coluviões constituem depósitos compostos por misturas de solo e blocos de rocha pequenos (15-20 cm), sendo normalmente encontrados recobrimo encostas de serras, como a Serra do Mar. Estes materiais têm como característica importante sua baixa resistência ao cisalhamento, podendo apresentar movimentos lentos como o rastejo (creep) e sendo, freqüentemente, envolvidos pela maioria dos escorregamentos das encostas destas regiões.

Estes solos são compostos predominantemente por materiais bastante homogêneos, com granulometria mais fina, tais como areias argilosas e argilas arenosas. Sua espessura é bastante variável, de apenas 0,5m até 15-20m. Uma das características importantes destes solos é apresentar, freqüentemente, estrutura porosa, baixos valores de SPT (1 a 6 golpes) e colapso de estruturas, quando submetidos a saturação e ao carregamento.”

Transporte e sedimentação por um agente transportador:

Desde a simples gravidade, que faz cair as massas de solo e rocha ao longo dos taludes, até um enxurrada, por exemplo, que carrega o material constituinte dos solos residuais.

Nas escarpas abruptas, como as da Serra do Mar, os mantos de solo residual com blocos de rocha podem escorregar, sob a ação de seu próprio peso, durante chuvas violentas, indo acumular-se ao pé do talude em depósito de material detrítico, geralmente fofo, formando os “talus”.

• Tálus

Salomão e Antunes (1998) descrevem estas formações como segue.

“Tálus são depósitos formados pela ação da água e, principalmente, da gravidade, compostos predominantemente por blocos de rocha de variados tamanhos, em geral, arredondados, envolvidos ou não por matriz areno-silto-argilosa, freqüentemente saturada.

Estes depósitos podem ter variadas dimensões, ocorrendo, ao contrário dos coluviões, de forma localizada, com morfologia própria, ocupando os sopés das encostas de relevos acidentados como serras, escarpas, etc. Os talus também podem apresentar movimentos como o rastejo, que podem se alterar caso tenham seu frágio equilíbrio alterado, como, por exemplo, por um talude de corte.

Em vista disto são depósitos quase sempre problemáticos e de difícil contenção quando estáveis.

Depósitos de talus mais antigos, provavelmente de idade terciária, apresentam quase sempre a matriz laterizada, sendo, nestes casos, depósitos mais consolidados, sem nível d'água e mais estáveis."

Assim, tem-se que os "talus" são sujeitos a movimento de rastejo (expansões e contrações periódicas, pelo efeito de temperatura, que resultam num lento movimento talude abaixo). Esse é o transporte por gravidade ou coluvial. Mas, nem todo transporte coluvial é tão "violento", muitas vezes uma topografia suavemente ondulada é o resultado de erosão no topo dos morros de solo residual profundamente alterado e deposição coluvial nos vales. Esse é o caso do planalto brasileiro, onde ocorrem camadas recentes de solo coluvial fino sobre solo residual de material semelhante.

OBS: a gravidade não forma o solo, ela já estava formado, sendo apenas transportado.

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO AO LONGO DO TÚNEL

O perfil geológico-geotécnico ao longo do Túnel Tancredo. Neves é característico dos solos residuais de granito-gnaíse: uma primeira camada superficial de solo coluvionar sobrejacente a uma segunda camada de solo residual e saprolítico e, por fim, a rocha de gnaíse com grau de alteração decrescente com a profundidade, até a condição de rocha sã.

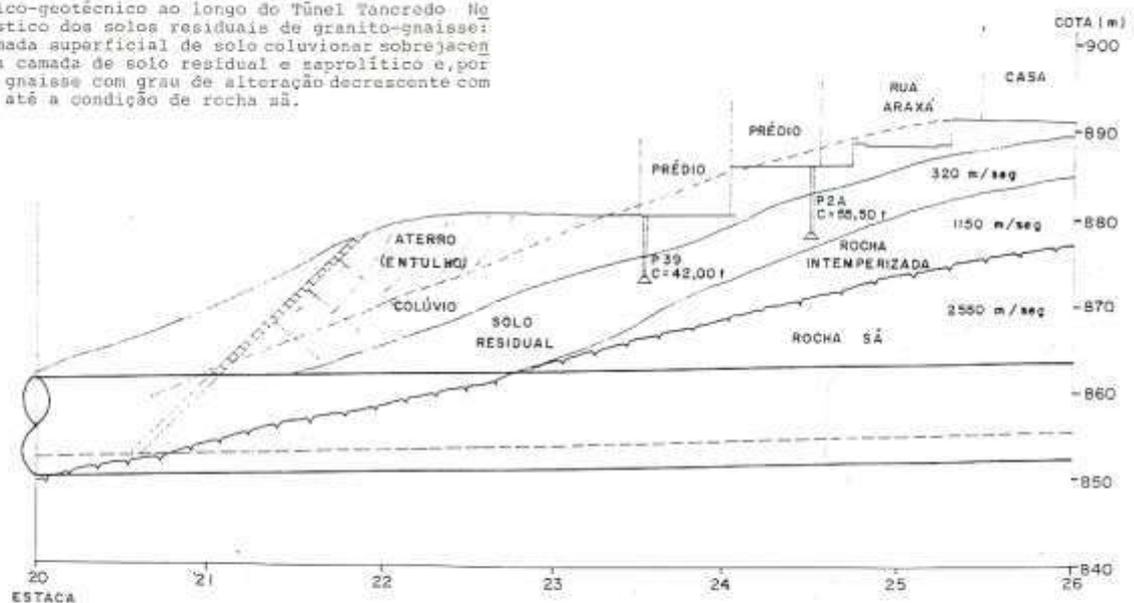
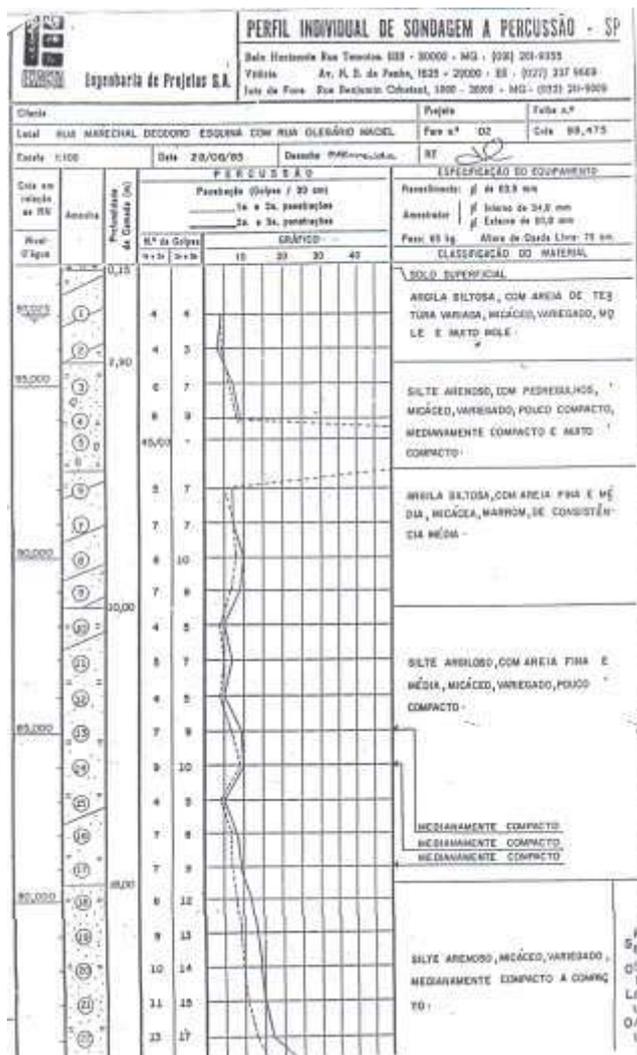


Fig. 1 - Perfil geológico - geotécnico longitudinal no emboque sul

O perfil acima, na extremidade sul do túnel da "Lagoinha", em Belo Horizonte, exemplifica uma situação de ocorrência de solo coluvionar acima de um solo residual.

** Exemplo de boletim de sondagem à percussão de ocorrência coluvionar (talus). Observe os dados indicativos (horizontes) ao longo do perfil que evidenciam a formação geológica abordada neste subitem:



- * Local de ocorrência – Região correspondente a parte intermediária de uma grande encosta (mais próximo da parte baixa – “ pé ” da encosta) ;
- * Camadas alternadas de predominância argilosa e siltosa
- * Valores de SPT variáveis (não crescentes)
- * Valores baixos de SPT – consistência ou compacidades baixas
- * Presença de pedra ou matacão à 4,00m de profundidade
- * Presença de solo residual jovem à 18,00m de profundidade, com textura típica (silte arenoso) com valores de SPT crescentes
- * Cores dos horizontes superiores ao horizonte de solos residual jovem descritas como “variegado” ou marrom

b) - Solos Aluviais:

• Aluviões

Salomão e Antunes (1998) descrevem estas formações como segue.

“Os aluviões são materiais constituídos por materiais erodidos, retrabalhados e transportados pelos cursos d’água nos seus leitos e margens. São também depositados nos fundos de lagoas e lagos, sempre associados a ambientes fluviais.

Variações na natureza dos materiais e na capacidade de transporte dos cursos d’água refletem-se na formação de camadas com características distintas. Cada camada representa uma fase de deposição e, conseqüentemente, tem espessura, continuidade lateral, mineralogia e granulometria particulares. Conseqüentemente, o pacote aluvionar é altamente heterogêneo. Entretanto, as camadas isoladas podem apresentar-se muito homogêneas. “

A princípio as grandes torrentes carregam consigo todo o detrito das erosões, mas logo depositam os grandes blocos e depois os pedregulhos. Ao perder sua velocidade, e portanto sua capacidade de carrear os sedimentos, os grandes rios passam a depositar as camadas de areia e, em seguida, os grãos de menor diâmetro, formando os leitos de areia fina e silte. Finalmente, somente os microcristais de argila permanecem em suspensão nas grandes massas de água dos lagos ou das lagoas próximas ao mar. A sedimentação da argila dá-se, então, ou por floculação das partículas em suspensão, devido à neutralização de suas cargas elétricas de mesmo sinal, pelo

contato com água salgada do mar, ou por efeito da radiação solar nas águas doces dos lagos interiores.

Assim, a enxurrada e as águas dos rios em seu caminho para o mar transportarão os detritos de erosão e os sedimentos em camadas, na ordem decrescente de seus diâmetros. Inicialmente sedimentam-se as camadas de pedregulhos, depois as de areias e siltes e, por fim, a camada de argila. Essas camadas constituem os solos transportados aluvionares, formando o seu conjunto, “ciclos de sedimentação”. Em cada camada predominam ordenadamente os tamanhos de grãos correspondentes aos pedregulhos, areias, silte e argila (ver figura).



Figura - Diferentes tamanhos de grãos, correspondentes aos pedregulhos e as areias



Figura - Aspecto da deposição de sedimentos por transporte fluvial (aluvionar)

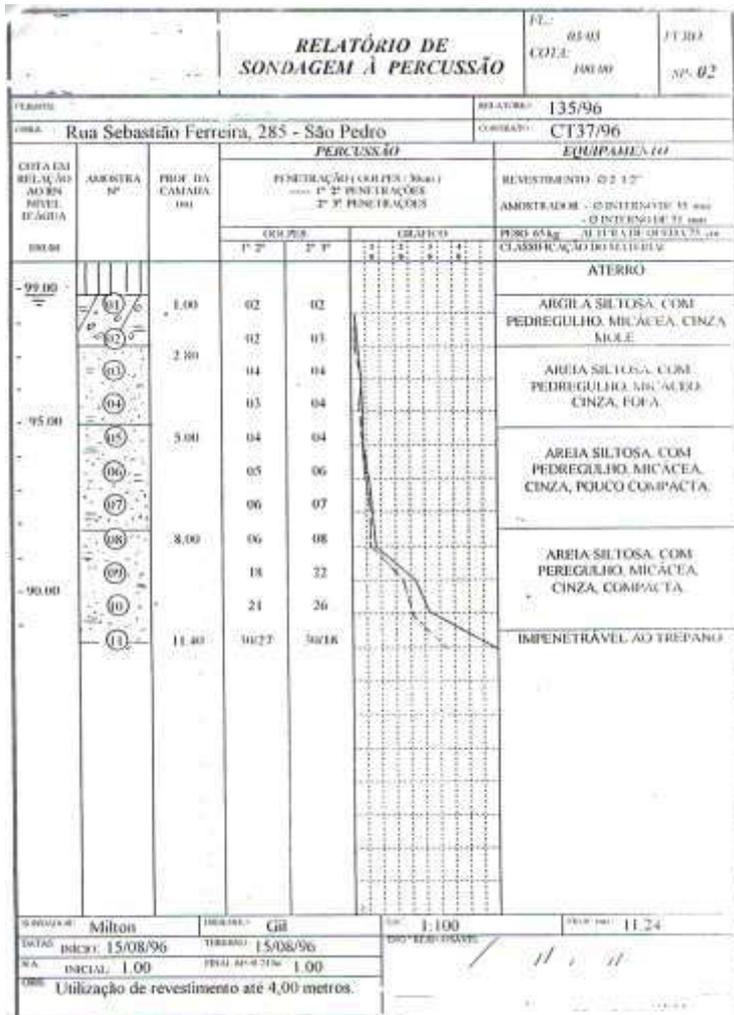
Embora os aluviões sejam, via de regra, fonte de materiais de construções, são, por outro lado, péssimos materiais de fundações.



Ocorrência de aluvião no traçado do “Acesso Norte” em Juiz de Fora, próximo ao Cimento Tupi, próximo à Benfica.

Observa-se o fato do local estar próximo do rio paraibuna.

*** Exemplo de boletim de sondagem à percussão de ocorrência aluvionar. Observe os dados indicativos (horizontes) ao longo do perfil que evidenciam a formação geológica abordada neste subitem:*



- * Local de ocorrência – Região correspondente a parte baixa – vale. Área “plana”;
- * Camadas de predominância de argila e areia
- * Valores baixos de SPT (ocorrência significativa do perfil) – consistência “mole” ou compacidade “fofa”
- * Presença de pedregulhos nos horizontes
- * Presença do impenetrável não muito profundo – região de curso d’água de baixo volume
- * Cores cinza dos diferentes horizontes



Exemplos de perfis de solos de formação aluvionar. Observa-se uma pequena variação nos tons de cores (claras), tendo o primeiro perfil com predominância arenosa e o segundo argilosa.

• Terraços fluviais

Salomão e Antunes (1998) descrevem estas formações como segue.

“Os terraços fluviais são aluviões antigos, depositados quando o nível do curso d’água encontrava-se em posição superior à atual. Em consequência os terraços são sempre encontrados em cotas mais altas do que os aluviões.

Esta condição topográfica introduz uma importante diferença entre aluviões e os terraços já que, estes últimos, em geral são saturados. Os terraços se distinguem, ainda, por se apresentarem, quase sempre, constituídos por areia grossa e cascalho.”

*** Exemplo de ocorrência desta natureza foi encontrada na área de construção do CTU, no bairro Fabrica, em cotas elevadas como o caso do entrada de veículos, construído para o acesso ao bairro Monte Castelo.*



c) - Sedimentos marinhos:

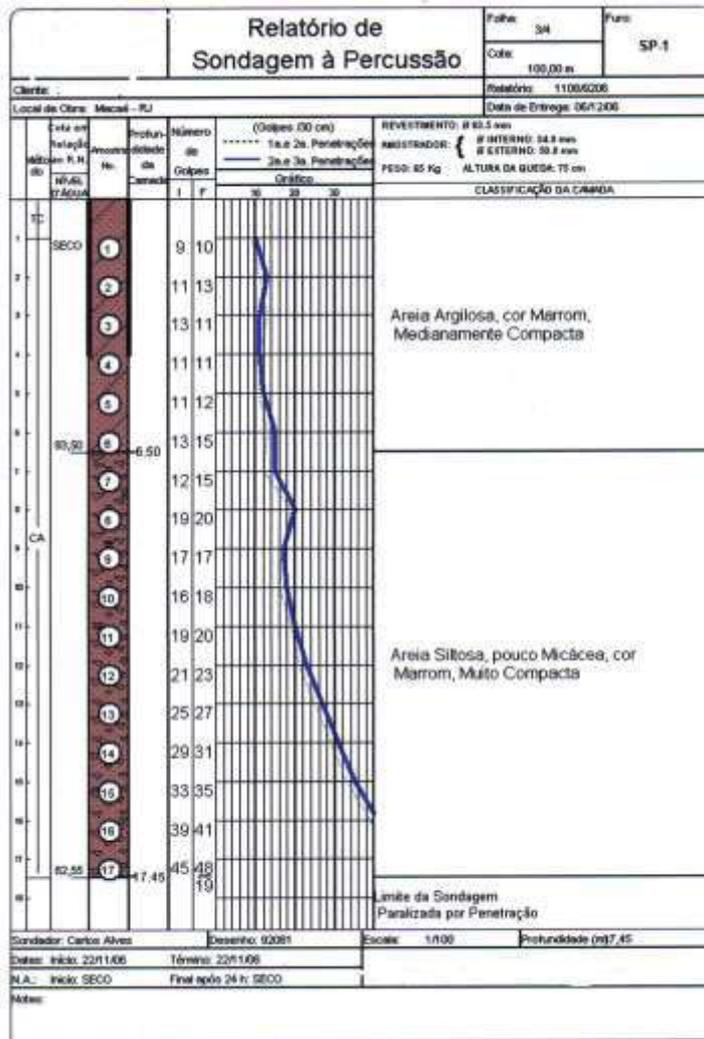
Salomão e Antunes (1998) descrevem estas formações como segue.

*“Os sedimentos marinhos são produzidos em ambientes de **praia** e **manguezal**. Em regiões tropicais, ao longo das praias, a deposição é essencialmente, de areias limpas, finas a médias, quartzonas. Nos manguezais, as marés transportam apenas os sedimentos muito finos e argilosos, que se depositam incorporando **matéria orgânica**, dando origem às argilas orgânicas marinhas.*

*A linha de praia sofre tanto deslocamentos horizontais, devido ao processo de erosão e deposição a que está submetida, como variações verticais pronunciadas, decorrentes de oscilações do nível do mar, fenômenos do processo de Dinâmica Superficial. Numa **regressão marinha**, os sedimentos previamente depositados são esculpidos pela erosão e, quando o mar volta a invadir a planície costeira, novos sedimentos são depositados ao lado dos antigos. Em consequência, camadas arenosas interdigitam-se com camadas de argila orgânica, resultando num pacote com camadas diferentemente adensadas devido às origens e idades distintas.*

Quando a costa é bordejada por elevações de porte expressivo, como ocorre na região da Serra do Mar, parte apreciável da planície costeira fica constituída por aluviões depositados pelos rios que provêm da serra, sendo freqüentes ambientes mistos, fluviais e marinhos.”

**** Exemplo de boletim de sondagem à percussão de ocorrência marinha. Observe os dados indicativos (diferentes horizontes) ao longo do perfil que evidenciam a formação geológica abordada neste subitem.**



* Local de ocorrência – Região litorânea (Macaé/RJ), correspondente a parte baixa – área “plana”;

* Camadas de predominância arenosa (poderia ser argilosa) – espessura considerável de sedimento depositado – constância de ocorrência

* Cores com tons de cinza – marrom (ambiente de saturação – NA elevado - ferro sob “redução”)

d) - Solos Eólicos:

Salomão e Antunes (1998) descrevem estas formações como segue.

“No Brasil, os solos de origem eólica, transportados e depositados pela ação do vento, ocorrem junto à costa, principalmente nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul. São constituídos por areia fina quartzosa, bem arredondada, ocorrendo na forma de franjas de dunas, margeando a costa ou, quando os ventos são mais intensos, como na costa do Maranhão, na forma de campos de dunas. As dunas apresentam a típica estratificação cruzada de solos eólicos (Processos de Dinâmica Superficial).

No sul, dunas eólicas também ocorrem no interior, em regiões ambientalmente degradadas da Formação Botucatu, onde seus solos residuais ficam sujeitos ao retrabalhamento eólico, criando ambientes desérticos, como Alegrete (RS).”

Assim, temos os depósitos de material granular, proveniente do transporte, pelo vento, das areias das praias ou desertos.

Apresenta uma grande uniformidade dos grãos (seleção dos ventos).

loess = depósitos eólicos formados a grandes distâncias. Partículas muito finas.

2. 3. 3 - Outros Solos:

a) - Solos Orgânicos:

Solo formado pela mistura homogênea de matéria orgânica decomposta e de elementos de origem mineral, apresentando geralmente cor preta ou cinza-escuro. *Quando houver um teor apreciável de matéria orgânica, deve ser indicada sua presença, pelo acréscimo da expressão “com matéria orgânica” à designação dada ao solo. Se forem muito moles, pode ser adicionado, entre parênteses, o termo “lodo”.*

Decomposição da matéria orgânica:

- Produto escuro: húmus
- Facilmente carregado pela água

O húmus impregna permanentemente as argilas e siltes, que são solos finos, e em menor extensão as areias e os pedregulhos (solos permeáveis).

Exemplos:

*Areia grossa, fofa, com matéria orgânica.
Argila siltosa, com matéria orgânica (lodo).*

Dá-se pela impregnação da matéria orgânica em sedimentos pré-existentes ou pela transformação carbonífera de materiais, geralmente de origem vegetal, contidos no material sedimentar.

São os solos de cor escura encontrados nas baixadas litorâneas ou nas várzeas dos rios interioranos.

• **Turfa**

Solo com grande porcentagem de partículas fibrosas e matéria orgânica no estado coloidal, com coloração marrom escura a preta. É um material mole, altamente compressível, não plástico, combustível, e com cheiro característico.