

Cadastro de Boletins e Perfis de Sondagem em Ambiente de SIG como Instrumento de Caracterização das Unidades Geotécnicas do Município de Florianópolis

Celso da Silva Mafra Júnior ¹
Prof. Dr.^a Glaci Trevisan Santos ²

¹ Bolsista de Iniciação Científica Pibic-CNPq
Rua Duarte Schutel, 215, Apto 204-B, Centro
88015-640 Florianópolis SC
✉ celso_mafra@zipmail.com.br

² Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Civil
88040-900 Florianópolis SC
✉ ecv1gts@ecv.ufsc.br

Conteúdo	
	1. Introdução
	2. Metodologia Utilizada
	3. Resultados de Boletins de Sondagem Esperados para cada Variedade de Unidade Geotécnica
	4. Sondagens Típicas Encontradas
	5. Conclusões
	6. Referências Bibliográficas
	7. Anexo 1

Resumo: O trabalho de mapeamento geotécnico do município de Florianópolis encontra-se em fase de ampliação do banco de dados, já se tendo realizado o processo de mapeamento das unidades, para a escala 1:25000.

O ensaio de sondagem do tipo SPT apresenta-se como instrumento bastante usual de investigação "in situ" de características geotécnicas. A correlação entre unidades geotécnicas e comportamento do boletim de sondagem existe, já que a estimativa de unidades geotécnicas prevê um comportamento para a estrutura do solo classificada.

A quantidade de resultados de sondagens no município em questão é grande, tendo em vista da ocupação urbana que se apresenta. Desta forma, os boletins cedidos por empresas especializadas foram localizados com o auxílio do mapa de ruas disponível em ambiente de Cad. Para melhor visualização, foram confeccionados perfis de sondagem que juntamente com os boletins dos furos foram ligados ao mapa, através do SIG ArcView.

Palavras chave: mapeamento geotécnico; sondagens; SIG.

Abstract: The geotechnical mapping work of Florianópolis borough is in a database amplification phase, it was already been realized the mapping unit's process, to the 1:125000 scale.

The boring trial of the kind SPT is present as equipment very useful in the investigation field "In Situ" of geotechnical characteristics. The connection between geotechnical units and boringlog behavior exist, since the geotechnical units estimate anticipate the behavior of the soil structure classified.

The amount of boring results of the borough is big, having focused the urban area occupied presented. So, the records gave away by specialized firms were located with help of the streets map's available in Cad. To make better the visualization, were made boring profiles which in association with the boringlog were linked in a map, through the ArcView GIS

Keywords: SPT- geotechnical mapping; boring; GIS

1. Introdução

A ocupação do solo pelo homem tem se dado de forma desordenada, não se levando em consideração propriedades geotécnicas dos solos. Esse fato é evidenciado pela ausência de um planejamento urbano, definido em planos diretores que levem em consideração tais aspectos.

O mapeamento geotécnico é uma ferramenta que vem sendo utilizada há bastante tempo, de forma bastante variada. A maioria dos procedimentos baseia-se na geologia da área em estudo.

A pedologia apresenta-se como a ciência que estuda os horizontes de solos e, embora seja mais explorada por agrônomos, traz informações valiosas para a geotecnia. Assim, a utilização dessa ciência acarreta em considerações bastante cabíveis para a realidade da engenharia.

A associação de informações geotécnicas, como resultados de ensaios, a mapas geotécnicos, proporciona um excelente entendimento do comportamento das unidades estimadas, além de servir como verificação das extrapolações de escritório.

Como principal objetivo, o trabalho busca retratar o comportamento, no que tange a ensaios de sondagens à percussão, analisando tais resultados em função da unidade geotécnica pertencente e das propriedades de comportamento esperadas. Além disso, se busca avaliar incoerências que possivelmente existem no mapa, principalmente no que tange às divisas de unidades.

Assim, loca-se os pontos de sondagem no mapa, através de um programa especial do tipo Sistemas de Informações Geográficas (SIG), chamado ArcView, bastante amigável ao usuário.

2. Metodologia Utilizada

A metodologia de mapeamento geotécnico de grandes áreas proposta por DAVISON DIAS (1987) prevê o cruzamento dos mapas pedológico e geológico, com cartas topográficas, definindo-se unidades geotécnicas típicas, que se repetem em diferentes regiões da área de estudo e que apresentam propriedades geomecânicas semelhantes. Essas unidades estimadas são verificadas com saídas a campo e realização de ensaios de campo e laboratoriais, tanto de caracterização quanto de avaliação geotécnica.

Um exemplo de aplicação de tal metodologia foi realizado no município de Florianópolis, por SANTOS (1997), cujo trabalho prossegue ainda hoje, com o auxílio de um software tipo Sistema de Informação Geográfica (SIG), com um enfoque diferenciado.

Nessa nova etapa, a pesquisa busca associar ao mapa geotécnico uma série de resultados de ensaios, principalmente do tipo Sondagem SPT, cedidos por empresas especializadas na execução deste tipo de avaliação "in situ".

Para cada conjunto de sondagens apresentado, tem-se uma descrição da localização em que ocorreram, em termos de endereço, baseado em nomes de ruas e número do lote ou localização em relação a um ponto de referência. Assim, como não se detém coordenadas geográficas ou UTM dos pontos, a localização dos furos necessita do mapa de ruas de Florianópolis.

Foram obtidos, em formato *dgn* (Macrostation) ou *shape* do ArcView, mapas de ruas dos bairros Canasvieiras, Lagoa da Conceição, Itacorubi e Centro, que foram editados e exportados para o SIG onde foram iniciados os trabalhos de inserção de dados.

Em ambiente de CAD, foram editadas algumas seqüências de furos de sondagens, de forma a comporem os denominados perfis de sondagens, que foram vinculados ao mapa. Para receberem este tipo de tratamento, foram relacionados resultados típicos em unidades geotécnicas bem caracterizadas, buscado demonstrar compatibilidade de conceitos.

Na sua dissertação de mestrado, HIGASHI (2002) utilizou o princípio de adição de dados no SIG ArcView, para a região Norte do Rio Grande do Sul, baseando-se em descrições de campo, em termos de distâncias relativas a rodovias. SILVA (2000), em seu trabalho de conclusão de curso, realizou o mapeamento geotécnico do bairro do Itacorubi, em Florianópolis, onde foram adicionados resultados de sondagem à percussão, baseados no mesmo mapa de ruas também utilizado no presente trabalho. A forma de localização aproximada dos furos baseou-se nas descrições do relatório de sondagem e de visitas a campo. Este procedimento, embora numa primeira instância demonstre ser pouco preciso, é de detalhamento satisfatório em se tratando de um mapa de estimativas, na escala 1: 25000. Neste caso, o erro de locação de um ponto não deve passar de 100 metros.

3. Resultados de Boletins de Sondagem Esperados Para Cada Variedade de Unidade Geotécnica

Para cada unidade classificada no Mapa Geotécnico do Município de Florianópolis, foram descritos os comportamentos típicos esperados para fins de obter-se um perfil típico da unidade, a ser verificado com os resultados de ensaios SPT. A seguir, temos a sigla da unidade, descrição da mesma e comportamento esperado.

AQrd - Areias Quartzosas das Rampas de Dissipação, textura arenosa, substrato sedimentos terciários e quaternários, relevo ondulado e suave ondulado. Comportamento razoável em termos de sondagem à percussão, devido ao entrosamento das partículas auxiliado por pequena cimentação. Nas primeiras profundidades temos uma média do N_{SPT} da ordem de 5. O confinamento auxilia muito a capacidade de suporte, podendo-se esperar maiores valores de N_{SPT} da ordem de 15-20 para profundidades superiores a 5 metros aproximadamente. É comum a alternância de camadas mais e menos compactas. O nível do lençol freático é variável, geralmente profundo. Ocorrem junto às encostas dos morros graníticos, apresentando cores avermelhadas pela contribuição do ferro dos solos de granito das proximidades.

AQsq - Areias Quartzosas, textura arenosa, substrato sedimentos quaternários, relevo suave ondulado. Apresenta comportamento na sondagem semelhante ao anterior. São separadas em unidades diferentes pela diferença de formação e apresentando cores amareladas.

AQsq1 - Areias Quartzosas Hid. + Areias Quartzosas Marinhas, textura arenosa + Glei, textura média, substrato sedimentos quaternários, relevo plano. Em pequenas profundidades, tende a

apresentar comportamento com $N_{MÉDIO}$ entre 4 e 10, e para maiores profundidades, por maior influência argilosa, valores mais baixos, típicos de argila arenosa mole. Nível d'água próximo à superfície.

AQsq2 - Associação de Areias Quartzosas + Solos Orgânicos, Ta textura siltosa, substrato sedimentos quaternários, relevo plano. Comportamento variado, já que a unidade apresenta diferentes tipos de solos que foram agregados por questões de representação cartográfica. Em geral, existem dois tipos básicos de comportamento, comentados neste trabalho, o de areia quartzosa e o de solo orgânico, ambos com água próxima à superfície. É importante que esteja separada das areias quartzosas anteriores uma vez que podem ocorrer regiões com Solos Orgânicos expansivos, nesta unidade.

Cde - Cambissolo, substrato depósito de encosta, textura média argilosa e cascalhenta, relevo ondulado e suave ondulado. Formada na base de montanhas, esta unidade apresenta forte ocorrência de matacões, levando em muitos casos a sondagem ao impenetrável. Sua composição depende da rocha e/ou solo que desizou até a cota de formação do solo, podendo ser bastante variável. O perfil errático é evidenciado nas sondagens que apresentam resultados bastante heterogêneos.

Cg - Associação de Cambissolo, Ta, textura arenosa e média + Podzólico Vermelho - Amarelo Tb, relevo suave ondulado, substrato granito. Apresenta valores de N_{SPT} crescentes com a profundidade, iniciando com valores da ordem de 4,5 no primeiro metro e aumentando, a partir do momento que o ensaio encontrar o horizonte C (saprólítico) em diante, chegando a valores maiores que 30 golpes. É comum a presença de matacões neste último horizonte, onde se verifica também a presença do nível d'água. Deve-se ter cuidado com os solos de pequena espessura de horizonte B, pois podem ser expansivos.

Cr - Associação de Cambissolo, Ta, textura arenosa e média + Podzólico Vermelho-Amarelo Tb, relevo suave ondulado, substrato riolito. A partir deste mineral de origem tem-se um perfil de sondagem com valores crescentes, partindo da superfície, e tendo valores máximos em maiores profundidades inferiores a 15 golpes. A presença de diques é comum na Ilha e o nível d'água apresenta-se em maiores profundidades, nessa unidade. Também se deve ter cuidado com os cambissolos dessa unidade pois apresentam argila de atividade alta.

DNsq - Dunas e areias marinhas, textura arenosa, substrato sedimentos quaternários relevo ondulado e suave ondulado. Nesses tipos de solos dificilmente são realizadas sondagens tendo em vista de constituírem de área de preservação. No entanto, o que se espera é que para profundidades acima do nível d'água encontre-se valor da ordem de 4 - 5 golpes e abaixo do mesmo, valores maiores, já que a água provoca um arranjo melhor das partículas.

Gsq - Glei Ta textura média + Areias Quartzosas Hidromórficas + Solos Orgânicos, textura siltosa e média, substrato Sedimentos Quaternários, relevo plano. O solo Glei, conhecido como argila mole, essa unidade possui o nível d'água bem próximo à superfície e apresenta no seu boletim de sondagem, valores bastante baixos de N, da ordem de 2 a 3, e geralmente não superiores a 7. Podem atingir grandes profundidades (30, 40m), e são expansivos.

HOsq - Solos Orgânicos, Ta, substrato Sedimentos Quaternários, textura siltosa e média, relevo plano. Em termos de valores de N_{SPT} , se pode dizer que são muito semelhantes ao do solo Glei. Da mesma forma, o nível d'água apresenta-se rente à superfície.

PVg - Associação de solo Podzólico Vermelho-Amarelo, Tb + Podzólico Vermelho - Escuro, textura média e média argilosa Tb, substrato granito, relevo forte ondulado e ondulado. O boletim de sondagem típico desta unidade é semelhante ao do solo tipo Cg, com a diferença que as altas resistências demoram um pouco mais a ser obtidas (2 a 3 metros), tendo em vista da presença de um horizonte B um pouco mais espesso que o anterior.

PZsq - Solos Podzol Hidromórfico + areias quartzosas hidromórficas, textura arenosa, substrato sedimentos quaternários, relevo plano. De forma semelhante ao solo tipo AQsq1, apresenta valores médios de N_{SPT} menores que 10, em geral, e em grandes profundidades verifica-se uma redução nessa média devido ao caráter mais argiloso que o solo adquire.

Rd - Solo Litólico de Diabásio; **Rg** - Solo Litólico, substrato granito, relevo montanhoso; **Rg-gn** - Solo Litólico, substrato Granito - Gnaisse, relevo montanhoso; **Rr** - Solos Litólicos, substrato riolito, relevo montanhoso. Todos esses solos citados, por estarem pedologicamente classificados como litólicos, possuem pequena (ou inexistente) camada de solo propriamente dito, assim, apresentam rocha bem próxima à superfície ou aflorando. Isso significa que se atinge o impenetrável na sondagem em muito pequenas profundidades.

SMSq - Solos Indiscriminados de Mangue, textura arenosa e/ou argilosa, substrato Sedimentos Quaternários relevo plano. São solos peculiarmente argilosos, moles, com contaminação orgânica, o que resulta em valores baixíssimos de N, entre 0 e 4 geralmente.

4. Sondagens Típicas Encontradas

A partir das descrições de perfis típicos esperados, realizadas anteriormente, pode-se comentar os resultados dos ensaios SPT obtidos nas empresas. Cabe citar que no mapa geotécnico estão sendo colocados os boletins somente nos bairros Canavieiras, Itacorubi e Centro, que possuem mapa de ruas disponíveis. Os comentários que seguem foram elaborados em função da unidade geotécnica predominante na região em análise. Vale lembrar que em algumas unidades não se têm resultados de ensaio, já que o comportamento é evidente (como no caso dos litólicos) ou constituem área de preservação ambiental.

Outro aspecto relevante é que a escala do mapa em utilização acarreta numa caracterização um tanto abrangente das realidades de campo, isto é, uma unidade geotécnica definida seria formada por várias outras sub-unidades, predominando a classificada. Analisado-se numa escala maior (1: 5000, por exemplo), o mapeamento abordaria tais inclusões. Desta forma, é totalmente cabível encontrar-se um comportamento típico de cambissolo numa unidade classificada como podzólico, por exemplo.

Serão apresentadas algumas figuras, buscando exemplificar o trabalho, onde se tem a visualização de relatórios de sondagens de algumas regiões e onde se evidenciaram as descrições realizadas anteriormente, no tópico sobre comportamentos esperados. Em Anexo 1 tem-se a figura do Mapa Geotécnico do Município de Florianópolis, apenas com caráter ilustrativo.

Para o solo do tipo Glei, presente no Bairro Córrego Grande, verificou-se a presença de perfis bastante típicos. Um resultado de ensaio é exibido na Figura 1, mostrada abaixo.

► **Figura 1** : Comportamento do solo tipo Glei na sondagem SPT

Quando analisadas sondagens do Bairro do Capupé, na unidade AQsq1, verificou-se resultados como o mostrado na Figura 2, típicos de Areias Quartzosas com substrato em Sedimentos Quaternários.

► **Figura 2** : Resultado da sondagem SPT na unidade AQsq1.

A unidade geotécnica descrita como Areia Quartzosa de rampa de dissipação (AQrd), presente no bairro Rio Vermelho, apresentou um furo de sondagem bastante enquadrado ao comportamento esperado para tal solo. A Figura 3 traz uma ilustração do boletim de sondagem onde se verifica tal situação.

► **Figura 3** : Comportamento típico da unidade geotécnica AQrd.

5. Conclusões

O mapeamento geotécnico de grandes áreas é uma ferramenta importante para o uso e ocupação do solo. Quando o mesmo é assessorado por um banco de dados, tem-se uma melhor caracterização da área de estudos e consequentemente maior confiabilidade no mapa.

As sondagens SPT, bastante realizadas na ilha de Florianópolis, acarretam num banco de dados bastante vasto a ser explorado. Desta forma, o presente trabalho busca explorar tais informações, partindo de um processo de seleção das informações, análise e ligação ao mapa geotécnico. Esse procedimento está em andamento, trabalhando-se com mapas de ruas, georreferenciados e exportados para ambiente de SIG.

A análise dos dados obtidos nas empresas, que consiste em uma tarefa contínua deste trabalho, resulta em suposições e extrapolações bastante interessantes, quando do aparecimento de resultados inesperados.

A escala do mapa é de muita influência na análise dos dados, já que quanto maior a escala, mais feições gráficas podem ser descritas, o que resulta num tratamento mais realista da situação.

6. Referências Bibliográficas

DAVISON DIAS, R. Aplicação da Pedologia e Geotecnia no Projeto de Fundações de Linhas de Transmissão. Rio de Janeiro, 1987. Tese de Doutorado - COPPE/UFRJ.

SANTOS, G. T. (1997); Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia. Tese de Doutorado - UFRGS; Porto Alegre, RS.

HIGASHI, R. (2002); "Utilização de um SIG no Desenvolvimento de um Banco de Dados Geotécnicos do Norte do Estado do Rio Grande do Sul". Dissertação de Mestrado; Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis.

SILVA, D. D. (2000); *Uso do Sistema de Informação Geográfica no Cadastro de Sondagens SPT na Bacia do Itacorubi* Florianópolis, 2000 Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Civil, UFSC.

7. Anexo 1

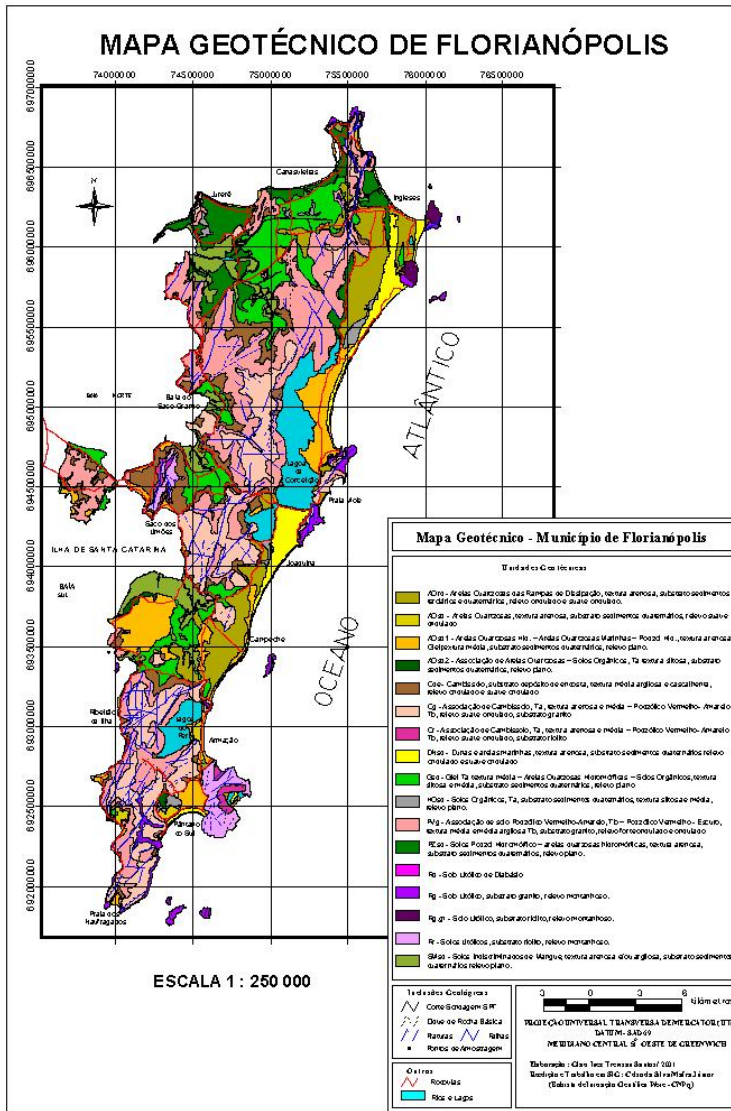


Figura 7: Ilustração Contendo o Mapa Geotécnico do Município de Florianópolis.

Cadastro de Boletins e Perfis de Sondagem em Ambiente de SIG como Instrumento de Caracterização das Unidades Geotécnicas do Município de Florianópolis

Celso da Silva Mafra Júnior - Prof. Dr^a. Glaci Trevisan Santos

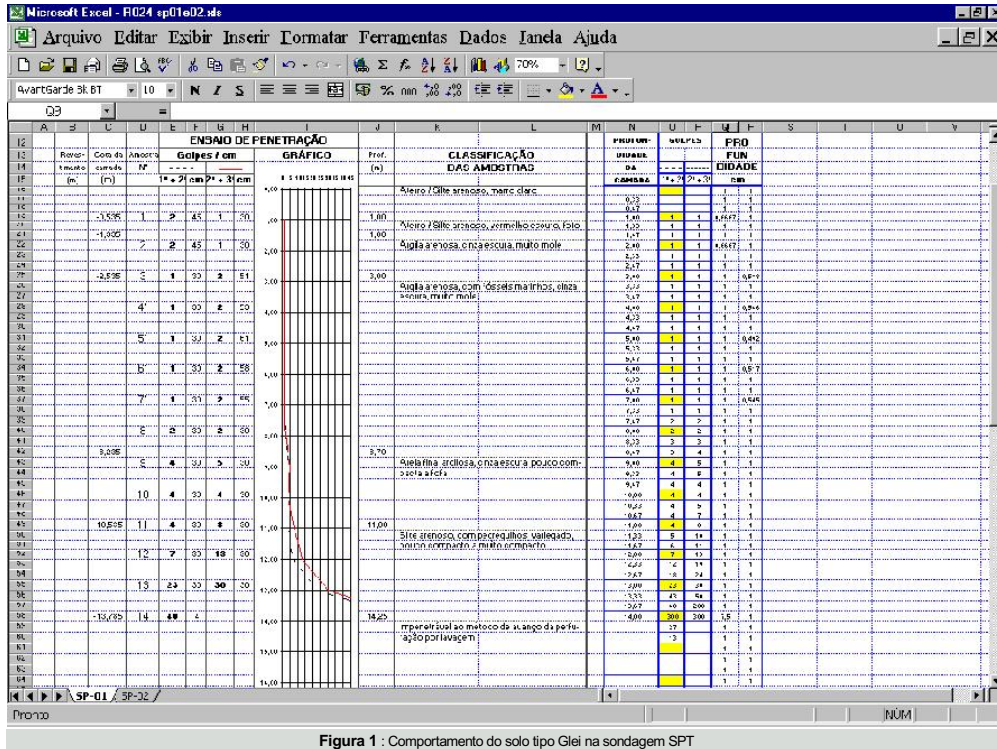


Figura 1 : Comportamento do solo tipo Gleil na sondagem SPT

Cadastro de Boletins e Perfis de Sondagem em Ambiente de SIG como Instrumento de Caracterização das Unidades Geotécnicas do Município de Florianópolis

Celso da Silva Mafra Júnior - Prof. Dr^a. Glaci Trevisan Santos

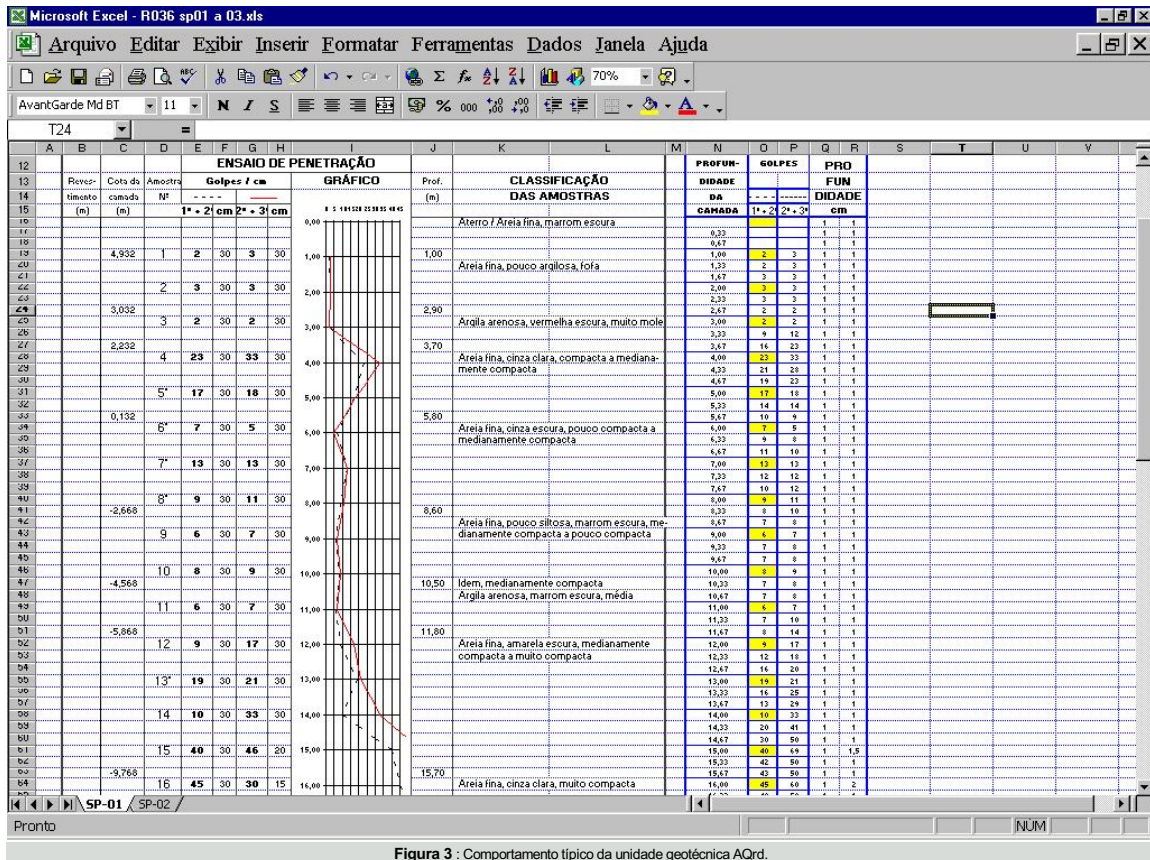


Figura 3 : Comportamento típico da unidade geotécnica AQRd.