

Uso de Sistema de Informação Geográfica no Cadastro geotécnico de sondagens SPT

Acad. Daniel Dassoler da Silva ¹

Prof. Dr^a. Regina Davison Dias ²

Prof. Dr^a. Glaci Trevisan Santos ³

^{1, 3} LAMGEO -Depto Eng. Civil - UFSC
Caixa Postal 476
CEP 88010-970 Florianópolis-SC

² UNISUL/LAMGEO -Depto Eng. Civil - UFSC

¹  ecv2dds@ecv.ufsc.br

²  ecv1rdd@ecv.ufsc.br

³  ecv1gts@ecv.ufsc.br

Conteúdo	
	1 Introdução
	2 O ensaio SPT (Standad Penetration Test)
	3 Sistema de informação geográfica (SIG)
	4 Metodologia
	5 Análise dos Resultados
	6 Bibliografia

Resumo: A sondagem SPT - Standard Penetration Test é um dos procedimentos de investigação de subsolo mais usados na América do Sul e praticamente em todo mundo para o dimensionamento de fundações de obras de engenharia. Este ensaio mede a resistência do solo ao logo da profundidade perfurada. Através do ensaio SPT, tem-se o conhecimento do tipo de solo, sua resistência N (número de golpes necessários para a penetração de um amostrador padrão no subsolo) e a posição do nível da água. Devido ao seu uso intenso existe, atualmente, um número elevado de informações de SPT nos mais variados tipos de solo. O trabalho tem por objetivo coletar, cadastrar e localizar, sobre o mapa geotécnico da Bacia do Itacorubi pertencente ao município de Florianópolis – SC, sondagens SPT, juntamente com um banco de dados, além de construir um modelo tridimensional do terreno a partir das curvas de nível, utilizando-se o software de SIG (Sistema de Informação Geográfica) Arc View® da ESRI. O mapa geotécnico, a localização das sondagens e seu respectivo banco de dados, permitem uma avaliação tridimensional do terreno. Podendo-se, assim, detectar heterogeneidades dos solos em um plano e em profundidade, além de proporcionar uma grande facilidade de identificar outros solos semelhantes ainda não investigados, por simples comparação de dados.

Palavras chave: SPT, geotecnia, SIG.

1 Introdução

Desde que o homem começou a construir sua moradia, vem utilizando o solo como elemento suporte das fundações e, conseqüentemente das suas construções.

Os conhecimentos científicos adquiridos ao longo dos séculos sobre o comportamento dos solos, os métodos racionais, as regras empíricas, mostram a preocupação em busca de soluções precisas e gerais para fundações.

Os métodos de exploração do subsolo vêm evoluindo para técnicas mais modernas. Entretanto, destes métodos, o mais utilizado na América do Sul e, praticamente em todo o mundo é o método de sondagem à percussão com circulação d'água.

Fazendo-se o cadastro das informações de sondagens SPT e, localizando-as no Mapa Geotécnico, pode-se tirar proveito ainda maior deste recurso, permitindo uma análise tridimensional do terreno. A Bacia do Itacorubi, situada na ilha de Santa Catarina, foi escolhida para este trabalho por ser uma área bastante diversificada, tanto na conformação geomorfológica (mangue, encostas, áreas planas), quanto pela ocupação física, (áreas de uso institucional, multifamiliar, unifamiliar, áreas de preservação e até áreas rurais), e, além disso, sofre efeitos crescentes de inundações, deslizamentos de encostas, assoreamento de rios e mangue. A bacia situa-se entre as coordenadas 27° 36'S e 49° 30'W.

O mapa geotécnico, segundo a UNESCO (1976), é um tipo de mapa geológico que fornece uma representação geral de todos aqueles componentes de um ambiente geológico de significância para o planejamento do solo e para projetos, construções e manutenções quando aplicados à Engenharia Civil e de Minas. A metodologia desenvolvida no sul do Brasil para definir as unidades geotécnicas considera também o ambiente pedológico para caracterizar o perfil do subsolo.

As diversas unidades geotécnicas encontradas na bacia, quando se faz o cruzamento da pedologia com a geologia são as seguintes: Litólico substrato granito, Cambissolo substrato granito, Podzólico Vermelho-Amarelo substrato granito, Cambissolo substrato depósito de encosta; Gleí substrato depósitos flúvio aluvionares; Solos indiscriminados de mangue, conforme apresentados na figura 1.

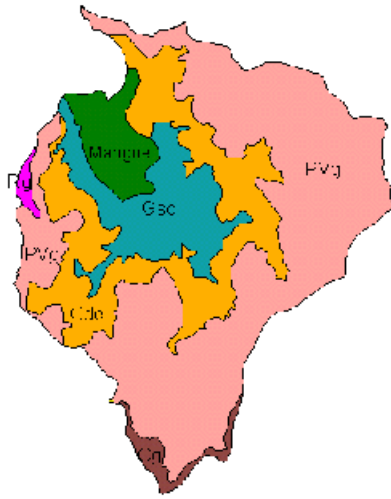


Fig. 1 : Representação das unidades geotécnicas da Bacia do Itacorubi

2 O ensaio SPT (Standad Penetration Test)

A sondagem a percussão (figura 2) ou sondagem de simples reconhecimento é o processo de investigação mais comum empregado na caracterização do manto inconsolidado e possui uma padronização mundial. O ensaio de penetração padronizado é executado no transcorrer da sondagem a percussão, com o propósito de se obter índices de resistência à penetração do solo.

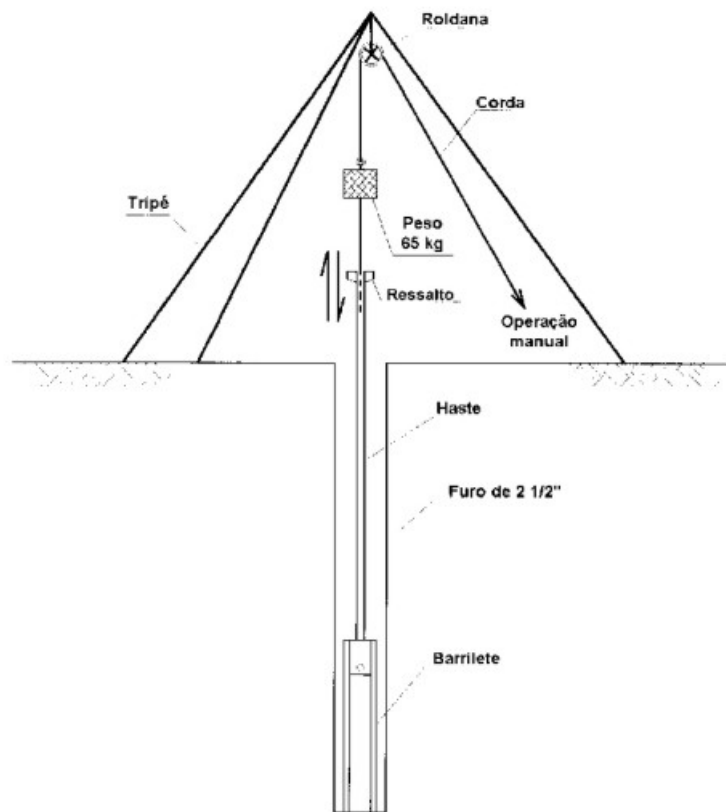


Fig. 2 : sondagem a percussão

Os equipamentos e ferramentas utilizados são simples e constam dos seguintes elementos principais: um tripé com roldana, guincho mecânico ou moitão, trado concha e helicoidal, hastes e luvas de aço galvanizado, alimentador de água, cruzeta, trépano e "T" de lavagem, barriletes-amostradores e peças para cravação destes, martelo com 65Kg e guia, tubos de revestimento, abaixadores e alçadores para hastes, saca-tubos, bomba-balde, chaves de grifo, metro ou trena, recipientes herméticos para amostras, parafina, sacos plásticos transparentes de alta resistência, etiquetas para identificação e medidor de nível d'água.

O ensaio é executado, resumidamente, conforme as seguintes recomendações:

- a. O ensaio de penetração é executado a cada metro, a partir de 1m de profundidade da sondagem, ou conforme especificação da fiscalização;
- b. O fundo do furo deve estar limpo;

- c. O ensaio de penetração consiste na cravação do barrilete amostrador, através do impacto de um martelo de 65Kg, caindo livremente de uma altura de 75cm sobre a composição de hastes;
- d. O barrilete deve ser apoiado suavemente no fundo do furo. Depois, são assinalados com giz, na porção da haste que permanecer fora do revestimento, três trechos de 15cm cada um, referidos a um ponto fixo do terreno. A seguir, o martelo deve ser suavemente apoiado sobre a composição de hastes, anotando-se a eventual penetração observada. A penetração obtida desta forma corresponde a zero golpes;
- e. Inicia-se a cravação do barrilete através da queda do martelo. Cada queda do martelo corresponde a 1 golpe e serão aplicados tantos golpes quantos forem necessários à cravação de 45cm do amostrador, atendida a limitação do número de golpes indicados no item g. Deve ser anotado o número de golpes e a penetração em centímetros para a cravação de cada terço do barrilete. Caso ocorram penetrações superiores a 15cm, estas devem ser anotadas, não se fazendo aproximações. Após o término de cada ensaio SPT, prossegue-se a sondagem empregando o trado, até a profundidade do novo ensaio;
- f. O valor da resistência à penetração consiste no número de golpes necessários à cravação dos 30cm finais do barrilete amostrador;
- g. A cravação do barrilete deve ser interrompida quando se obtiver penetração inferior a 5cm após dez golpes consecutivos, não se computando os cinco primeiros golpes do teste, ou quando o número de golpes ultrapassar 50 num mesmo ensaio. Nestas condições, o material será considerado impenetrável ao SPT, devendo ser anotados o número de golpes e a penetração respectiva.
- h. As informações obtidas no ensaio devem ser transcritas para o boletim de sondagem.

3 Sistema de informação geográfica (SIG)

O uso e desenvolvimento de sistemas para gerenciar informações geográficas é chamado de geoprocessamento, que segundo *Rodrigues (1990)*, pode ser definido como conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais.

O entendimento da dinâmica do meio físico, onde está inserido o ambiente urbano pode ser melhor compreendido se tivermos modelos, mesmo que simplificados, da área de estudo. Estes modelos auxiliam na visualização geral da área, apenas com os temas (feições) que interessam ao usuário. O modelo do meio físico corresponde a feições que tem forma, características e localização próprias, que devem ser consideradas na interpretação do seu comportamento frente à ação antrópica.

Num programa de SIG, juntamente com cada feição, pode-se anexar uma tabela que, o conjunto dessas forma um banco de dados. As vantagens de utilizar um banco de dados para armazenamento de informações, consulta por parâmetros isolados ou combinados, manipulação numérica dos dados, etc., são evidentes sobre a alternativa tradicional de arquivamento de dados.

4 Metodologia

Este trabalho iniciou-se com uma coleta de boletins de sondagens (figura 3) realizadas pela empresa Geodésia na área da Bacia do Itacorubi. Com os dados em mãos, o próximo passo foi a montagem de um banco de dados com as informações do valor de resistência à penetração "N", de metro em metro, nível da água e classificação das amostras.



SONDAGEM À PERCUSSÃO

Diâmetro nominal do revestimento : BW Data de início : 13/12/99
 Diâmetro amostrador: Ø int.= 34,9 mm Ø ext.= 50,8mm Data término : 14/12/99
 Cliente : Construtora Andrade Gutierrez S/A. Responsável: *[Assinatura]*
 Local do serviço : Santa Mônica - Florianópolis / SC. *GEODÉSIA - Estudos, Projetos e Assessoria Ltda.*
 Sondagem nº : SP-01 Cota = Escala : 1/100 *WILSON ANTONIO DOS SANTOS*
Eng. CREA 36.647-6/D

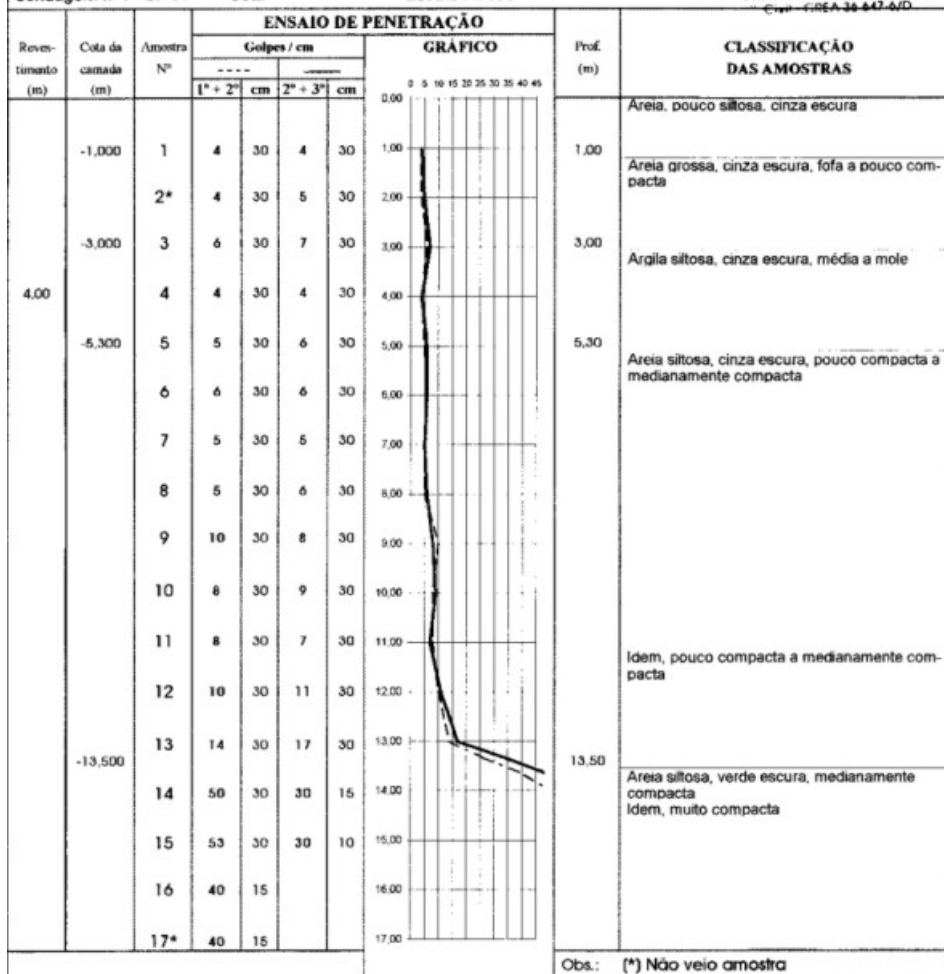


Fig. 3 : Boletim de sondagem.

O mapa geotécnico, foi elaborado em meio digital pelos alunos do primeiro trimestre de 1996 da disciplina de Cadastro Geotécnico do curso de pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC. Fez-se uma nova edição e preparação para inseri-lo em um programa de Sistema de Informação Geográfica.

O programa de CAD, onde foi realizado o mapa geotécnico, tem perfeita compatibilidade com o programa de SIG utilizado para este trabalho, o software Arcview da ESRI. Então, basta adicionar o arquivo de CAD no ambiente do programa de SIG e escolher quais tipos de feições serão importadas, linha, ponto, polígono ou texto e elas poderão ser visualizadas. Todas essas feições estão em temas (*layers*) separados, para poder-se trabalhar com elas. Basta converter cada tema para um *shapefile*, utilizando o comando do Arcview *convert to shapefile* (figura 4).

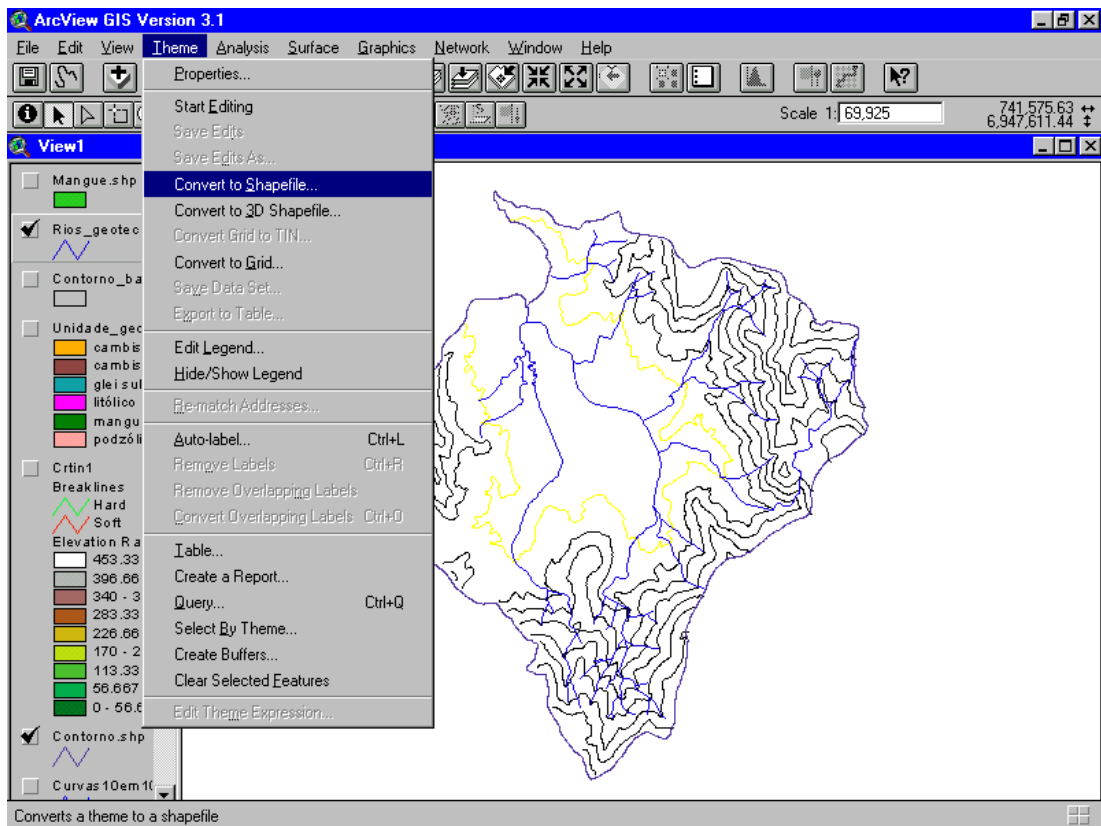


Fig. 4 : Comando para converter arquivos de CAD para o formato de Arcview.

O banco de dados pode estar ligado com qualquer objeto inserido no mapa, seja ele um polígono, um ponto, um texto ou uma linha. Juntamente com os polígonos das unidades geotécnicas, foi inserido um pequeno banco de dados constando o nome e a área de cada unidade. Nos pontos onde foram realizadas sondagens SPT, anexou-se o banco de dados com as informações extraídas dos boletins de sondagens.

Para uma melhor visualização do terreno, foi elaborado um modelo tridimensional utilizando curvas de níveis (figura 5). Para execução desta tarefa utilizou-se o módulo *Arcview 3D Analyst*. Este módulo permite maior detalhamento na representação de superfícies mais complexas utilizando-se do método de triangulação irregular (figura 6), TIN (*Triangulated irregular networks*), que difere do sistema de Grids (figura 7) que representa a superfície usando pontos regularmente espaçados.

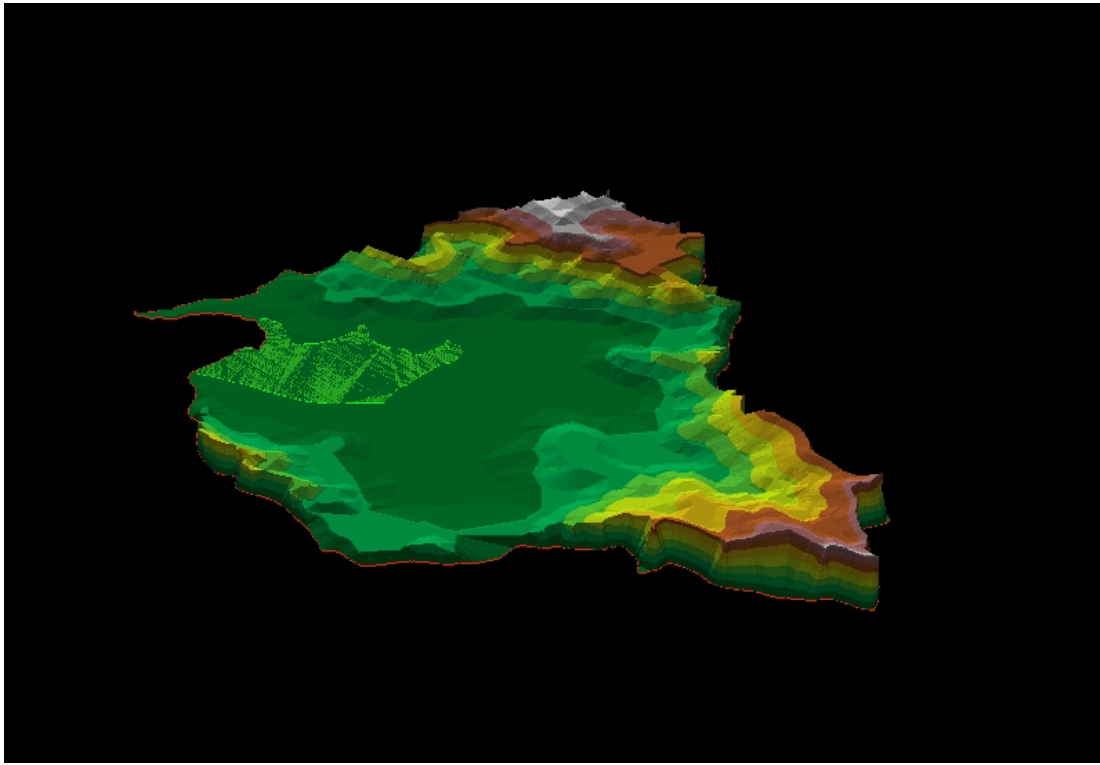


Fig. 5 : Modelo tridimensional da Bacia do Itacorubi.

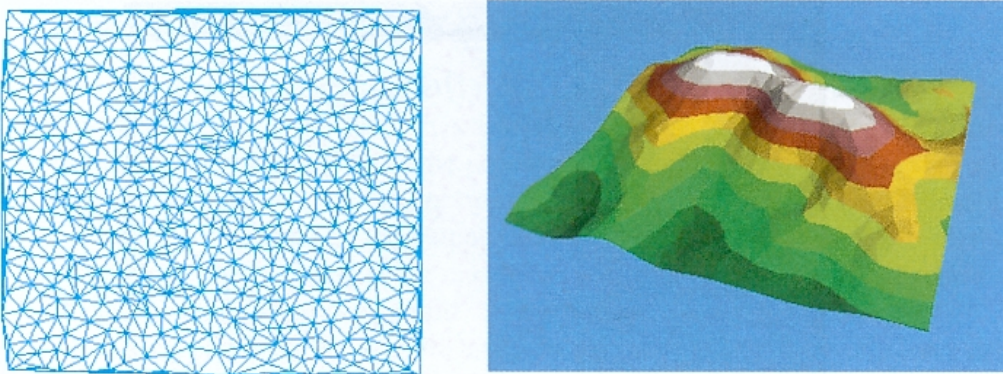


Fig. 6 : Representação do método de triangulação irregular.

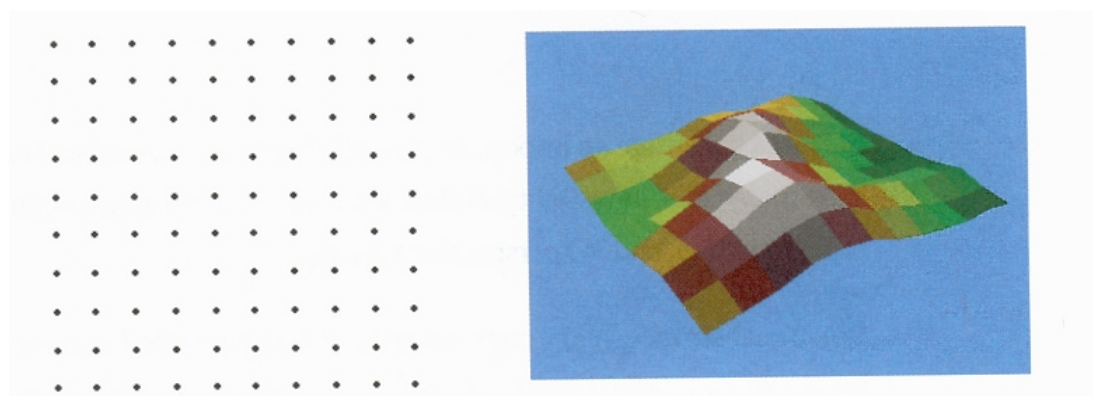


Fig. 7 : Representação do sistema de Grids.

5 Análise dos Resultados

A grande vantagem de localizar num mapa geotécnico, um banco de dados de sondagens SPT, é a possibilidade de comparação do tipo de solo em que ela se enquadra pelo mapa e suas características indicadas pela sondagem. O terreno não fica mais representado em superfície mas, também em profundidade.

A modelagem tridimensional da bacia, permite uma melhor visualização do relevo, podendo assim analisar a ocorrência dos diversos tipos de solo conforme a morfologia do terreno.

Os perfis de solos apresentam a atuação da pedogênese de forma diferenciada dependendo do clima, relevo, material de origem e do tempo de atuação. Considerando o cadastro geotécnico das sondagens pode-se analisar as toposequências de solos e as influências dos perfis de uma unidade sobre as outras. Como exemplo a unidade com substrato granito tem sofrido intensa erosão e, consequentemente, provocando assoreamentos do Córrego Grande que ocorre na unidade Glei com substrato sedimentos quaternários.

Além disto os resultados de ensaios SPT são analisados geralmente pela engenharia de fundações, de forma pontual não considerando os diferentes universos geotécnicos existentes numa Bacia, com seus horizontes e características peculiares. O tipo de fundação vai depender da unidade geotécnica. Os métodos mais usados no dimensionamento das fundações são baseados em sondagens SPT, tanto para fundações superficiais como profundas. Portanto este banco de dados pode estimar o tipo de fundação a ser usada. Entretanto como o solo varia de um ponto para outro, sempre é necessário a execução de sondagens em projetos de fundações. O estudo serve como estimativa do comportamento do subsolo da Bacia do Itacorubi, para fase de anteprojeto.

6 Bibliografia

Duarte, S. B.: *Utilização de Sistema de Informações Geográficas na análise do meio físico e do uso do solo na Lagoa da Conceição - Florianópolis*; Florianópolis - SC, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

ESRI. *Arcview User's Guide*. EUA: Redlands, 1992.

ESRI. *Arcview 3D Analyst*. EUA: Redlands, 1999.

Associação Brasileira de Geologia da Engenharia. *Manual de Sondagens*. Boletim nº3, 4ª edição, São Paulo, 1999.

Filho, U. M. O.: *Fundações Profundas*. Belém - Pará, ed. Falangola, 1982.

Rodrigues, M. *Introdução ao Geoprocessamento*. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. (1990: São Paulo). *Anais...* São Paulo: Epusp. P. 1 – 26.

Celestino, T. B.; Diniz N. C.: *Informática*. In: ABGE. *Geologia da Engenharia*. São Paulo: Editores Antonio Manuel dos Santos Oliveira, Sérgio Nertan Alves de Brito, 1998. p. 234 – 240.

Souza L. A. P.; Silva R. F.; Iyomassa, W. S.: *Métodos de Investigação*. In: ABGE. *Geologia da Engenharia*. São Paulo: Editores Antonio Manuel dos Santos Oliveira, Sérgio Nertan Alves de Brito, 1998. p. 185 – 187.

