

## Elaboração de um Banco de Dados Geotécnico da Área Urbana do Município de Novo Hamburgo/RS

Daniel Dassoler da Silva <sup>1</sup>  
 Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Regina Davison Dias <sup>2</sup>  
 Prof. Dr. Jair Carlos Koppe <sup>3</sup>  
 Daniel Appel Coelho <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, Mestrando Engenharia de Minas – UFRGS  
 Rua dos Ilhéus, 142 apto. 704, Centro  
 88010-560 Florianópolis-SC, Fone: (0xx48) 2241156  
 ✉ benshoes@zipmail.com.br

<sup>2</sup> Prof<sup>ª</sup>. UNISUL, Pesquisadora CNPq – UFSC  
 Rua Vera Linhares de Andrade, 1968 casa 2, Córrego Grande  
 88037-395 Florianópolis-SC, Fone: (0xx48) 2347262  
 ✉ ecv1rdd@ecv.ufsc.br

<sup>3</sup> Prof. do Curso de Engenharia de Minas – UFRGS  
 Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul  
 Escola de Engenharia – Depto. de Engenharia de Minas  
 Porto Alegre – RS Fone: (0xx51) 33163357  
 ✉ jkoppe@ufrgs.br

<sup>4</sup> Graduando – Engenharia Civil  
 Rua Duarte Schutel, 215 apto. 204 – Bloco B, Centro  
 Florianópolis-SC, 88015-640 Fone: (0xx48) 2251756  
 ✉ dcoelho@bol.com.br

<b>Conteúdo</b>	<p><b>1 Introdução</b></p> <p><b>2 Caracterização da Área de Estudo</b></p> <p><b>3 Mapeamento Geotécnico</b></p> <p><b>4 Banco de Dados Geotécnico</b></p> <p><b>5 Utilização de Sistema de Informação Geográfica</b></p> <p><b>6 Comentários Finais</b></p> <p><b>7 Referências Bibliográficas</b></p>
-----------------	--

**Resumo:** A utilização de SIG permite elaborar um mapa vinculado a um banco de dados. Partindo-se desse princípio, foi selecionada a área urbana do município de Novo Hamburgo/RS para elaborar um trabalho de mapeamento geotécnico da região e montagem de um banco de dados de sondagens SPT. O trabalho iniciou com a coleta de dados de sondagens SPT realizadas na área de estudo. Um formulário eletrônico foi desenvolvido para facilitar o cadastro das informações constituindo um banco de dados que tem como principais campos resistência à penetração, nível do lençol freático, descrição do solo e unidade geotécnica. Junto a Prefeitura, obteve-se o mapa de ruas e as curvas de nível com pontos cotados da área urbana em formato digital. O banco de dados foi vinculado aos pontos de sondagens no mapa. Utilizando a metodologia de mapeamento geotécnico proposta por Davison Dias (2001), elaborou-se o mapa de estimativas das unidades geotécnicas.

**Palavras chave:** SPT, banco de dados, mapeamento geotécnico

**Abstract:** The Gis utilization allows to develop a map tied to a database. Based on this facts was chosen the urban area of Novo Hamburgo town – RS to elaborate a geotechnical mapping work of this area and the setting up of a SPT sounding database. The work began with a data acquire of SPT sounding realized in the studied area. An electronic formulary was developed to make easier to record the information's making a database, which their most important data are, penetration resistance, underground waters, soil description and geotechnical units. Joined to the town hall, was gotten a map of the streets, of levels curves, with quoted points of the urban area in digital format. The database was linked to the boring points of the map. Making use of the metothology of Davison Dias (2001), was elaborated a map to estimate the geotechnical units.

**Keywords:** SPT, database, geotechnical mapping

### 1 Introdução

Um grande problema para o planejamento das cidades, hoje em dia, é a forma de ocupação do espaço urbano. Este trabalho, desenvolvido para o município de Novo Hamburgo/RS, propõe a utilização do mapeamento geotécnico e a elaboração de um banco de dados como auxiliares no planejamento da ocupação urbana e, também, como informações adicionais na escolha do tipo de fundação a ser utilizado nas obras de engenharia.

Neste trabalho o banco de dados foi elaborado a partir de resultados de sondagens SPT (Standard Penetration Test) realizadas na área de estudo. O ensaio de SPT é, atualmente, o ensaio mais utilizado no Brasil e no mundo para determinação da resistência do solo visando o emprego em fundações. Este ensaio consiste na cravação de uma haste no solo sob a ação da queda de um peso

padrão de uma altura padrão. Como resultado deste ensaio obtém-se a resistência do solo à penetração (Nspt) de metro em metro, nível do lençol freático inicial e após 24 horas da realização do ensaio, descrição do solo e profundidade do impenetrável.

## 2 Caracterização da Área de Estudo

O município de Novo Hamburgo, reconhecido em todo Brasil como Capital Nacional do Calçado, através de incentivos à implantação de novas empresas e localização privilegiada frente ao Mercosul, tornou-se um pólo industrial em crescimento. Localizado no Estado do Rio Grande do Sul, o município de Novo Hamburgo está a 40 km de distância de Porto Alegre, capital do Estado. Situado no Vale dos Sinos, ocupa uma área de aproximadamente 217 Km<sup>2</sup>. Possui uma população de cerca de 220.000 habitantes, é banhado pelo Rio dos Sinos e sua temperatura média anual fica em torno de 19°C.

Neste trabalho foi selecionada apenas a área urbana do município, que já possui base cartográfica em meio digital, e ocupa aproximadamente 74 Km<sup>2</sup>, localizando-se entre as coordenadas UTM 492757; 6721370 e 482718; 6709675 como pode ser visto na figura 1. O código de edificações municipal exige a realização de sondagens para as edificações, portanto, há uma abundância de dados de sondagem SPT.



**Figura 1** : Localização da área de estudo

A geologia do local é composta por arenito da Formação Botucatu, basalto da Formação Serra Geral e sedimentos quaternários. A Formação Botucatu, conhecida como arenito Botucatu, é constituída pelos arenitos sotopostos e intercalados nos derrames basálticos da Formação Serra Geral, apresentando estratificação cruzada de grande porte, tendo sido depositados por ação eólica em ambiente desértico. São arenitos de coloração variando do amarelo ao vermelho, de granulação fina a média com grãos arredondados e foscos. De acordo com Orlandini (1991), a principal característica destes arenitos é a ausência da variação litológica, formando uma monótona sucessão de corpos nos quais persistem, de modo geral, as mesmas propriedades texturais, estruturais e mineralógicas, constituindo um empilhamento de cunhas arenosas que apresentam prolongamento maior na direção do vento. Tommasi apud Orlandini (1991) indicou, uma espessura máxima de 250 metros de arenito Botucatu em Novo Hamburgo.

A Formação Serra Geral, predominantemente básica, é constituída pela sucessão de corridas de lavas, onde na Fácies intrusiva apresenta-se sob forma de corpos tabulares, sills e diques de diabásio e na extrusiva basalto. Esta formação ocorre nas cotas mais elevadas do município situada no extremo norte da área estudada.

Os Sedimentos Quaternários são constituídos por areias finas e médias e sedimentos silteco-argilosos, estes são depositados pelo Rio dos Sinos e afluentes junto aos terraços, depósitos de calha da rede fluvial e da planície de inundação e ocorrem do centro ao sul da área de estudo.

Os principais solos da área de estudo de acordo com a pedologia são: Planossolo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro, Terra-Roxa e Litólico.

O Planossolo ocorre nas baixadas, partes planas e relevo suavemente ondulado. É um solo hidromórfico com horizonte B textural e cores acinzentadas. Nesta mesma unidade podem ocorrer solos do tipo Glei e as Areias Quartzosas hidromórficas. O Podzólico Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro ocorrem no relevo suavemente ondulado, ondulado e fortemente ondulado. Ambos não são hidromórficos e distinguem-se principalmente pela coloração vermelha de tonalidade mais escura do Podzólico Vermelho-Escuro. Geralmente associada ao substrato de basalto, a Terra Roxa Estruturada é um solo não hidromórfico de cor vermelha escura, de tonalidade púrpura. Nas regiões escarpadas, ocorrem os solos Litólicos que caracterizam-se por apresentar sequência de horizontes A-Rocha ou A-C-Rocha.

### 3 Mapeamento Geotécnico

A metodologia de mapeamento geotécnico proposta por Davison Dias (1989), tem como objetivo estimar as unidades geotécnicas, ou seja, as características pedológicas dos horizontes superficiais acrescidas das características geológicas do substrato. Esta metodologia é composta das seguintes etapas: estudo de escritório; estimativas das unidades geotécnicas; coleta de sondagens, investigações de campo e ensaios de laboratório.

O estudo de escritório engloba os seguintes itens:

- a) Análise de levantamentos existentes. Neste trabalho, partiu-se do levantamento das unidades geotécnicas da região metropolitana de Porto Alegre na escala 1:100.000 e o mapa das unidades geotécnicas básicas de Novo Hamburgo elaborado por Orlandini (1991) na escala 1:25.000.
- b) Análise de mapas topográficos. Junto à Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo adquiriu-se o mapa base da área urbana do município, com curvas de nível de 5 em 5 metros e aproximadamente 12.000 pontos cotados distribuídos ao longo de grande parte da área.
- c) Execução de mapas de declividades. Com as curvas de nível e os pontos cotados em meio digital, através do software Arcview 3.1 procedeu-se a execução do mapa com as seguintes faixas de declividade: 0% a 2,5%; 2,5% a 5%; 5% a 10%; 10% a 20%; 20% a 30%.
- d) Um modelo digital do terreno foi construído a partir das curvas de nível e dos pontos cotados no software Arcview 3.1, facilitando a visualização das formas do relevo, permitindo classificá-lo como plano, suavemente ondulado, ondulado e fortemente ondulado.
- e) De acordo com o relevo, dividem-se os solos inicialmente em duas grandes unidades formadas por solos hidromórficos e não hidromórficos.
- f) Nos solos hidromórficos separam-se as unidades situadas próximas aos rios ou lagoas daquelas que ocorrem entre elevações. Nas depressões, verificar os locais situados em cotas mais altas, que formam o micro relevo de uma zona aparentemente plana. Nas zonas mais elevadas destes micro relevos pode-se ter perfis plínticos.
- g) Nas unidades em relevo ondulado, separam-se os locais onde o relevo é fortemente ondulado, ondulado e suavemente ondulado. As variações do relevo junto com a geologia servem como indicadores das unidades geotécnicas.

### 4 Banco de Dados Geotécnico

A coleta de resultados de sondagens deve estar inserida dentro de um estudo de mapeamento, e necessariamente estar bem localizada, pois um resultado de sondagem mal georreferenciado não contribuirá para auxiliar na classificação das unidades geotécnicas.

Os boletins de sondagem SPT, coletados nas empresas da região, foram obtidos em meio analógico, papel impresso. O cadastro e organização desses dados em meio digital, procedeu-se no programa Microsoft Access, onde foi criado um formulário para facilitar o preenchimento do banco de dados (figura 2). Os campos foram desenvolvidos a partir de informações de boletins de sondagens SPT.

O primeiro campo, denominado id, serve de identificação da sondagem. Foi criado com o objetivo de diferenciar as sondagens no mapa atribuindo um valor único a cada uma. Este campo é estruturado com as letras SP seguido de três algarismos.

O segundo campo, indica os diferentes terrenos onde foram realizados os furos de sondagem, este campo, denominado terreno, é numérico. O campo ano, indica o ano em que foi realizada a sondagem. Na sequência, encontram-se os campos UTM\_x e UTM\_y, os quais seriam utilizados em caso de encontrar nos próprios boletins de sondagem as coordenadas UTM. Até o presente momento este campo não foi preenchido no Access, e sim no próprio programa de SIG através da localização no próprio mapa.

O endereço dos terrenos, onde foram realizados os furos de sondagem, está descrito no campo endereço. Em empresa, indica-se a empresa que realizou a sondagem. O campo nivel\_agua informa a profundidade do lençol freático após 24 horas da realização do ensaio de penetração. Quando este campo é deixado em branco, significa que o nível do lençol freático não foi observado ou não foi encontrado até a profundidade do impenetrável à percussão, essas informações constam no campo obs.

Os campos SPT\_01m até SPT\_25m, indicam o número de golpes do SPT na profundidade indicada. A profundidade de parada da sondagem é indicada no campo limite\_sond. O campo critparada diferencia qual o critério seguido para a paralisação do ensaio. Pode ser escolhida uma dentre as seguintes opções: estabelecido pelo engenheiro, impenetrável ao avanço por lavagem, impenetrável a percussão.

Os campos tipo\_01m até tipo\_25m, fornecem o tipo de solo encontrado a cada profundidade. Devido a diversificação de caracterização do solo entre as empresas, adotou-se para o preenchimento deste banco de dados a descrição de acordo com a tabela 1. Algumas características do solo que não se encaixaram no padrão estabelecido, foram anotadas nas observações.

id	terreno	ano	UTM_x	UTM_y
SPP01		1	1994	
Endereço				
RS 239 - Campus FEEVALE				
empresa	nivel_agua	SPT_01m	SPT_02m	SPT_03m
		43	50	50
SPT_04m	SPT_05m	SPT_06m	SPT_07m	SPT_08m
33	38	48	50	50
SPT_10m	SPT_11m	SPT_12m	SPT_13m	SPT_14m
50	44	50		
SPT_16m	SPT_17m	SPT_18m	SPT_19m	SPT_20m
SPT_22m	SPT_23m	SPT_24m	SPT_25m	Limite_sond
				critparada
				12 limite avanço poi
tipo_01m	tipo_02m	tipo_03m		
areia siltosa	areia siltosa	areia siltosa		
tipo_04m	tipo_05m	tipo_06m		
areia siltosa	areia siltosa	areia siltosa		
tipo_07m	tipo_08m	tipo_09m		
areia siltosa	areia siltosa	areia siltosa		
tipo_10m	tipo_11m	tipo_12m		
areia siltosa	areia siltosa	areia siltosa		
tipo_13m	tipo_14m	tipo_15m		
tipo_16m	tipo_17m	tipo_18m		
tipo_19m	tipo_20m	tipo_21m		
tipo_22m	tipo_23m	tipo_24m		
tipo_25m	cor_01m	cor_02m		
	rosa	rosa		
cor_03m	cor_04m	cor_05m		
rosa	rosa	rosa		
cor_06m	cor_07m	cor_08m		
rosa	rosa	rosa		
cor_09m	cor_10m	cor_11m		
rosa	rosa	rosa		
cor_12m	cor_13m	cor_14m		
rosa				
cor_15m	cor_16m	cor_17m		
cor_18m	cor_19m	cor_20m		
cor_21m	cor_22m	cor_23m		
cor_24m	cor_25m	Unid_Geotec		
		Litolico subst Arenito Botucatu		
obs	Nível da agua nao foi encontrado.			

Figura 2 : Formulário para cadastrar os dados

As diferentes empresas também apresentam muitas formas de caracterizar a cor das amostras de solo. Estabelecer um padrão é muito difícil, desta forma, os campos cor\_01m até cor\_25m foram preenchidos da forma exata apresentada no boletim de sondagem.

Apenas observando os dados do boletim de sondagem e o relevo do local onde os furos foram realizados, procedeu-se uma classificação geotécnica preliminar de cada registro no campo unid\_geotec. Por tratar-se de um ponto, muitos tipos diferentes de solo poderiam ser atribuídos para todos os registros. Então, estabeleceu-se alguns perfis geotécnicos como padrão e o solo foi classificado de acordo com o padrão em que mais se assemelhou. O último campo, nomeado obs, foi utilizado para informações adicionais.

Atualmente este banco de dados conta com 97 registros, percebe-se uma densidade maior de sondagens na região central da área de estudo, como pode ser visto na figura 3. Para a leitura do banco de dados no programa de SIG utilizado, exportou-se o arquivo em formato texto espaçado.

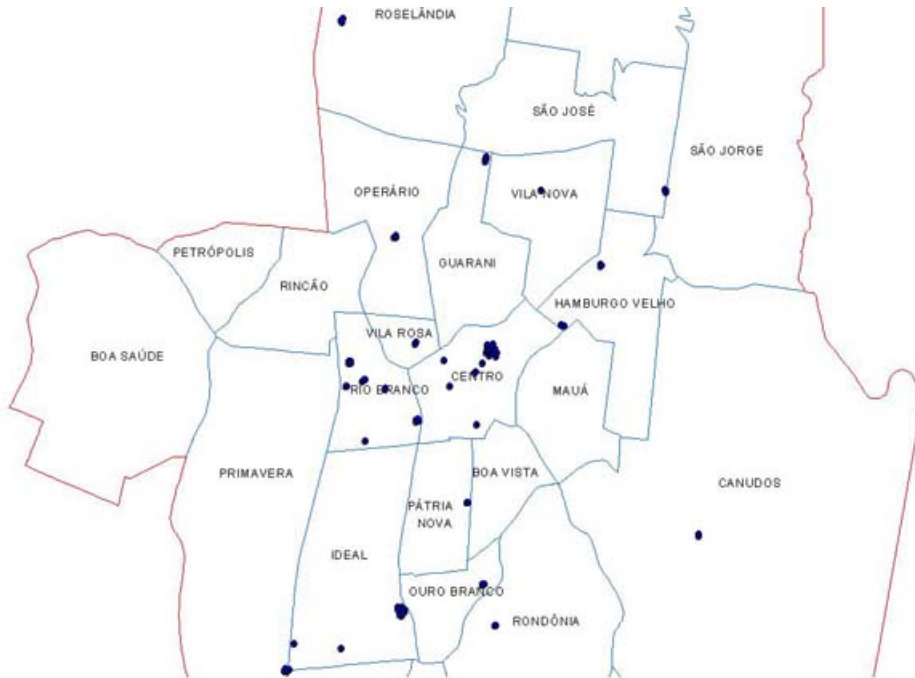


Figura 3 : Localização dos pontos de sondagem

Tabela 1 : Tipos de solo

Código	Tiposolo
1	areia
2	areia siltosa
3	areia argilosa
4	areia com argila e silte
5	silte
6	silte arenoso
7	argila arenosa
8	silte com areia
9	argila
10	argila com silte e areia
11	silte argiloso
12	argila
13	argila siltosa
14	aterro
15	silte com argila e areia

## 5 Utilização de Sistema de Informação Geográfica

A localização das sondagens no mapa iniciou-se com a marcação expedita de pontos no mapa de ruas. Esses pontos foram demarcados conforme os endereços dos relatórios das sondagens. Para o refinamento da localização foram realizadas visitas aos

locais duvidosos, utilizando GPS de navegação para obtenção das coordenadas UTM de pontos de referência.

O uso do mapa de terrenos cedido pela Prefeitura Municipal auxiliou muito na localização das sondagens. Os diversos furos realizados dentro de um terreno foram situados de acordo com o croqui existente no relatório de sondagem. Nem todas as sondagens possuíam croqui de localização dos furos, então, estes foram distribuídos dentro do espaço do terreno aleatoriamente, figura 4.

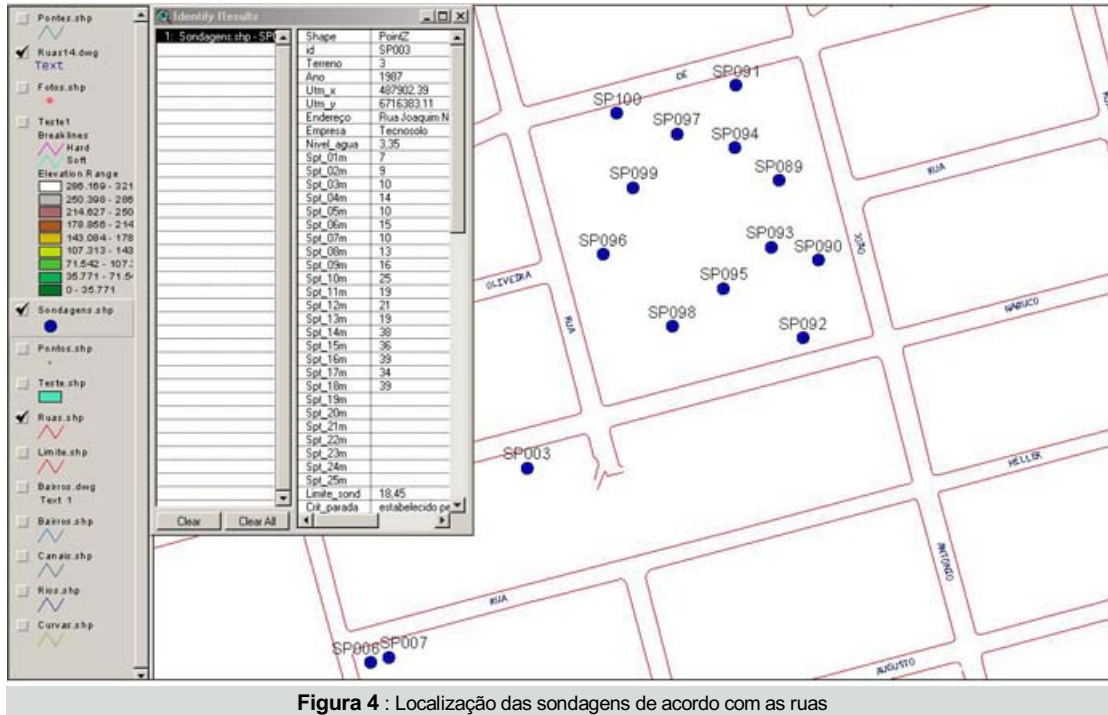


Figura 4 : Localização das sondagens de acordo com as ruas

A elaboração de modelo digital do terreno, figura 5, e mapa de declividades só é possível se vinculado aos vetores das curvas de nível e dos pontos cotados existir uma tabela com as elevações de cada vetor ou ponto. O mapa foi obtido em formato de exportação do CAD (dxf) e para trabalhar em um programa de SIG, neste caso o Arcview 3.1, é necessária a transformação para o formato shapefile (shp). Para que os atributos das elevações das curvas e dos pontos não fossem perdidos nessa transformação, foi criada, no Autocad Map, uma tabela vinculando o atributo da cota com a identificação de cada vetor. Dessa forma foram exportados os layers das curvas de nível e dos pontos cotados. Os rios, bairros e limite da área urbana foram exportados de forma mais simples pois não foi necessário exportar nenhum atributo. No programa Arcview 3.1 é possível visualizar os arquivos dxf mas não editar, o comando "convert to shapefile" permite converter os vetores pontos ou polígonos em formato CAD para formato shapefile.

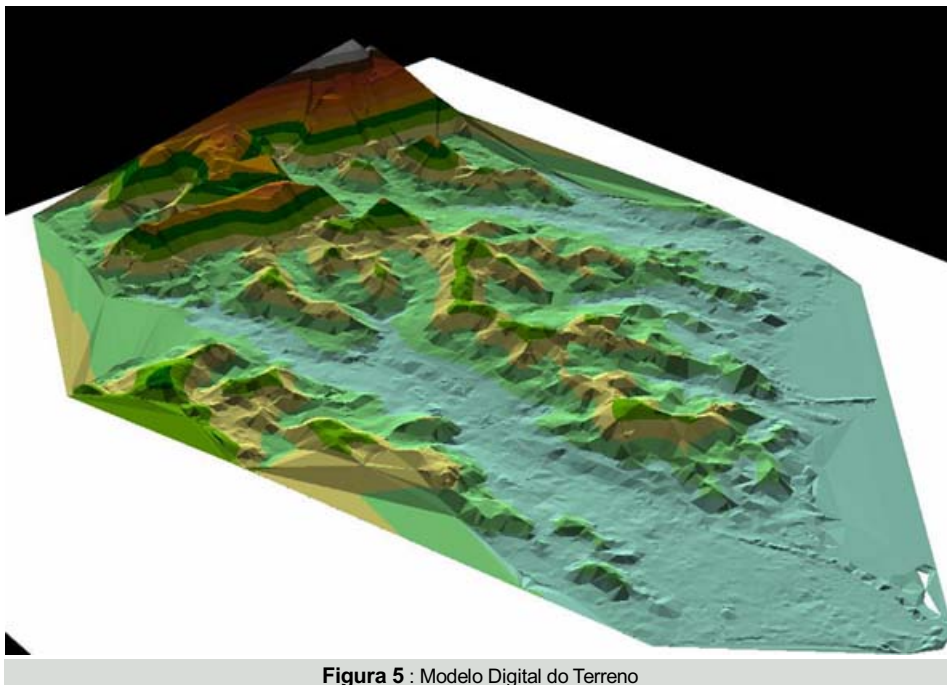


Figura 5 : Modelo Digital do Terreno

No mapa cedido pela prefeitura, o bairro Primavera não possuía as informações de relevo, então, foi necessária a digitalização das curvas de nível de uma outra fonte. Estes dados foram adquiridos através da Metroplan, que também possuía a carta de Novo Hamburgo com curvas de nível de 5 em 5 metros, e escala 1:10.000, porém em meio analógico.

A consulta ao banco de dados pode ser feita diretamente a partir do mapa no Arcview, futuramente, pretende-se além dos dados, vincular gráficos aos pontos de sondagens georreferenciados. Fotografias de taludes de diversos tipos de solos, também foram vinculadas a pontos georreferenciados, este banco de dados de fotografias conta atualmente com 27 imagens.

## 6 Comentários Finais

O banco de dados geotécnico, visitas a campo, fotografias e uma base cartográfica estável permitiram a elaboração de um mapa de estimativas das unidades geotécnicas mais detalhado do que o mapa elaborado por Orlandini em 1991.

Além da informação pontual, fornecida pela sondagem SPT. As informações georreferenciadas permitem a aplicação de geoestatística para a estimativa de áreas não amostradas.

A modelagem tridimensional do terreno e o mapa de declividades permitem uma melhor visualização do relevo, podendo assim analisar a ocorrência dos diversos tipos de solo conforme a morfologia do terreno.

O mapa de estimativas das unidades geotécnicas e o banco de dados geotécnico, são fortes aliados para prever o tipo de fundação a ser utilizado em determinado local.

## 7 Referências Bibliográficas

**DAVISON DIAS, R.:** *Metodologia de estudo do comportamento geotécnico dos solos no Rio Grande do Sul visando cartografia*. In: COLÓQUIO DE SOLOS TROPICAIS E SUB-TROPICAIS, 2., 1989, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: UFRGS, 1989. p. 228-247.

**ORLANDINI, R.:** *Unidades geotécnicas dos municípios de Novo Hamburgo e Campo Bom – RS e caracterização geomecânica de perfis típicos de solos de arenito*. 1991. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.