

Proposta metodológica de um banco de dados geotécnicos para uso em Sistema de Informações Geográficas (SIG) e sua aplicação no município de Porto Alegre, RS

Antônio Luís Schifino Valente

Departamento de Matemática - FURG, Rio Grande, RS

RESUMO: Este trabalho apresenta uma proposta metodológica de estruturação de um banco de dados digital para armazenamento, fácil consulta e visualização de parâmetros e informações sobre o meio físico de interesse na Geotecnia. A estruturação do banco de dados visa também a sua conexão a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), com a finalidade de introduzir uma componente espacial às informações armazenadas. Para área teste é escolhido o município de Porto Alegre (RS).

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento prévio dos parâmetros geotécnicos de uma região é pré-requisito básico e de importância fundamental para as atividades de uso e ocupação racional do solo. A existência de informações a respeito do comportamento geotécnico dos horizontes mais superficiais dos solos e do material do substrato, integradas aos demais dados do meio físico como, tipo de relevo e declividades, classes de solos, unidades litológicas, aptidão ao uso do solo, suscetibilidade à erosão e riscos geológicos, além de contribuir no estabelecimento de diretrizes de planejamento urbano, pode facilitar a implantação de obras civis, orientar atividades extrativas e ainda auxiliar na preservação ambiental. Nesse sentido, conforme destaca Moreti [14], a cartografia geotécnica, desenvolvida a partir da década de 1950, tem buscado representar, graficamente, as limitações e as potencialidades do meio físico frente às intervenções antrópicas.

Mais recentemente, o rápido avanço das técnicas de geoprocessamento, tem feito com que essa tecnologia seja cada vez mais assimilada em diferentes áreas do conhecimento. O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que vêm possibilitando a manipulação e a integração rápida de grandes volumes de dados georreferenciados, é hoje uma ferramenta poderosa para a geração de mapas geotécnicos. Nesse sentido, a utilização integrada de um banco de dados digital e Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode facilitar o armazenamento e a visualização de parâmetros de interesse da

Geotecnia vinculados a sua posição espacial, permitindo de modo ágil e eficiente um conhecimento mais completo de uma região.

Este trabalho tem por finalidade apresentar uma proposta de estruturação de um banco de dados digital para o armazenamento de informações descritivas sobre o meio físico de interesse da Geotecnia e sua posterior integração a um Sistema de Informações Geográficas (SIG). A proposta metodológica é aplicada ao município de Porto Alegre (RS).

2. BANCO DE DADOS E SIG

Um banco de dados é um conjunto de informações que estão relacionadas a um tópico ou propósito em particular. Para Healey [11], um banco de dados é um conjunto de arquivos ou tabelas com informações armazenadas de forma a permitir a manipulação das inter-relações existentes entre os diferentes conjuntos de dados por meio de programas conhecidos como sistemas de gerenciamento de banco de dados (DBMS).

Os DBMS, por sua vez, de acordo com Burrough [5] são constituídos por um conjunto de programas para a entrada, o armazenamento, a manipulação e a visualização das informações constantes num banco de dados digital. Segundo Aronoff [2], além de permitir o gerenciamento das informações existentes no banco de dados, esses sistemas visam garantir a integridade dos dados armazenados, funcionando como um elemento intermediário ou supervisor entre as interações do usuário e a base de dados.

Quando as informações no banco de dados são estruturadas na forma de tabelas e o relacionamento entre essas é estabelecido por meio de campos de dados comuns, a organização conceitual do banco de dados, ou seja, o modelo de dados adotado, é denominado **Modelo Relacional**. Nesse caso, o programa utilizado para o seu gerenciamento passa a ser denominado Sistema Relacional de Gerenciamento de Banco de Dados (RDBMS).

O RDBMS, na medida em que permite a organização dos dados de temas diversos na forma tabular e o posterior relacionamento entre as inúmeras tabelas sem a utilização de ponteiros ou chaves, evita a duplicação excessiva de dados, economiza espaço de armazenamento no computador e agiliza a manipulação das informações. Uma abordagem detalhada sobre diferentes tipos de sistemas de gerenciamento de dados, inclusive o RDBMS, podemos encontrar, por exemplo, em Healey [11].

Por outro lado, a utilização de um banco de dados digital integrado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) permite o armazenamento e a análise mais eficiente de um grande volume de dados descritivos, que constituem, na verdade, os atributos pertencentes às diferentes feições constantes nos diversos *layers* ou planos de informações (PIs) de um projeto no SIG. De acordo com Aronoff [2], os RDBMS têm sido os sistemas de gerenciamento de banco de dados mais utilizados para armazenar atributos em um SIG devido a sua grande flexibilidade.

3. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O BANCO DE DADOS GEOTÉCNICOS

3.1. Estruturação das tabelas no banco de dados geotécnicos

O banco de dados geotécnicos apresentado neste trabalho, é constituído de inúmeras tabelas, contendo cada uma delas informações sobre um determinado tema. As informações são armazenadas e manipuladas por meio de um sistema relacional de gerenciamento de banco dados (RDBMS), em especial, o Microsoft Access for Windows[®], desenvolvido pela Microsoft. Esse programa apresenta recursos automatizados para auxílio na criação de cada elemento do banco de dados, permitindo a realização de consultas e a

visualização de relatórios das informações armazenadas. Cada tabela do banco de dados é constituída por campos e registros. Um campo equivale a um coluna de uma folha de dados e contém uma categoria de informações. Cada registro aparece como uma linha da tabela e armazena todas as informações sobre uma entidade geográfica com localização conhecida na área de estudo. A figura 1 representa parcialmente uma tabela com as unidades litológicas do banco de dados geotécnicos desenvolvido para o município de Porto Alegre (RS), onde estão exemplificados os campos e registros citados.

Campos

ID_lito	S_lito	N_lito
...
3	GS	Granito Santana
4	GC	Granito Cantagalo
5	GI	Granito Independência
6	GSH	Granito Saint-Hilaire
7	GP	Granito Pitinga
8	GSC	Granito São Caetano
9	GSP	Granito São Pedro
10	GR	Granito Restinga
...

Identificadores de feição Registros

Fig. 1 – Campos, registros e identificadores de feição.

O primeiro campo de cada tabela do banco de dados geotécnicos, como pode ser visto na figura acima, é destinado a um número conhecido como **identificador de feição (ID)**. Esse campo é comum em várias tabelas com temas relacionados entre si, permitindo que o identificador de feição armazenado em seu interior seja utilizado como elemento de associação entre as mesmas.

O campo seguinte geralmente especifica uma sigla adotada para cada feição. Os demais campos contém informações ou atributos referentes a cada uma das feições geográficas armazenadas e representadas pelos diferentes registros da tabela.

Os valores atribuídos aos identificadores de feições, conforme destaca Antenucci *et al.* [1], devem corresponder à identificação numérica ou geocódigo fornecido para as entidades geográficas

de importância para a Geotecnia (p.ex. classes temáticas representativas de aspectos do meio físico, pontos de sondagens, perfis de solos investigados ou amostrados).

É importante destacar também, que os valores atribuídos aos identificadores de feições precisam ser os mesmos utilizados para as feições ou elementos gráficos dos planos de informações (mapas digitais, *layers*), figura 2, armazenados no Sistema de Informações Geográficas (SIG). Dessa forma, por meio desses identificadores comuns, os dados não gráficos ou descritivos, armazenados separadamente no banco de dados geotécnicos, poderão ser conectados, aos diferentes planos de informações (PIs) existentes no SIG

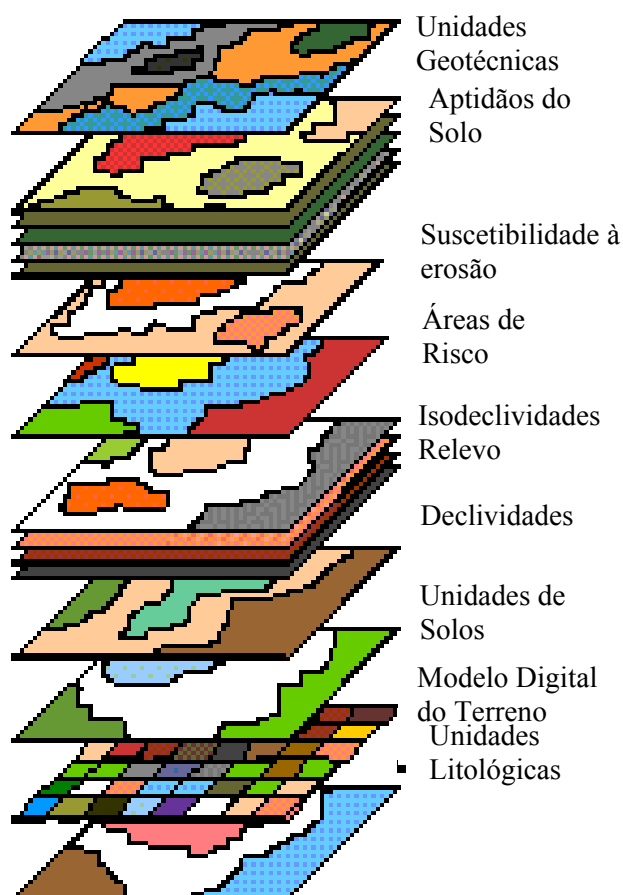


Fig. 2 – Planos de informações (PIs) para estudos geotécnicos de acordo com Valente [19].

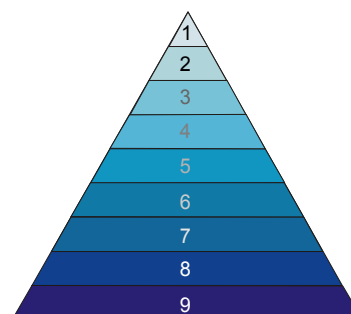
3.2. Níveis e sub-níveis de identificação das informações do banco de dados geotécnicos

Na presente proposta, os dados geotécnicos procedentes das mais variadas fontes são organizados em níveis e sub-níveis de identificação, representados por tabelas do banco de dados digital.

Os níveis de identificação utilizados (figura 3) são baseados na classificação geotécnica descendente proposta por Davison Dias & Milititsky [9]. Eles correspondem aos distintos temas ou aspectos do meio físico, além das fontes de informações utilizadas na coleta do material. Os sub-níveis referem-se às informações complementares sobre características, parâmetros ou propriedades do terreno ou da área de estudo.

A denominação dos níveis ou sub-níveis é procedida a partir de um código (ID) que identifica a tabela, mais um título descrevendo resumidamente o assunto. A tabela 1 mostra a relação dos níveis e sub-níveis empregados no banco de dados geotécnicos de Porto Alegre (RS).

Níveis de Identificação Geotécnica Descendente



- Nível 1 - Classificação Geotécnica
- Nível 2 - Perfis Investigados
- Nível 3 - Resultados de Ensaios
- Nível 4 - Características da Região
- Nível 5 - Aptidão do Solo
- Nível 6 - Sondagens à Percursão
- Nível 7 - Estimativa de Horizontes
- Nível 8 - Fontes de Informação
- Nível 9 - Informações sobre a Área de Estudo

Fig. 3 - Níveis de identificação das características geotécnicas (adaptado de Davison Dias & Milititsky, ref.9).

Tabela 1 - Relação dos níveis e sub-níveis do banco de dados geotécnicos para Porto Alegre (RS).

Id_Tabela	Nível ou sub-nível de identificação
N1	Classificação Geotécnica (UNGEOS)
N2	Perfis Investigados nas Unidades Geotécnicas
N2.1s	Informações Gerais dos Perfis Investigados
N2.2s	Características Morfológicas/Horizontes dos Perfis
N3	Ensaio (horizontes e profundidades dos perfis)
N3.1s	Granulometria com Defloculante
N3.2s	Índices Físicos e Peso Específico de Grãos
N3.3s	Classificação dos Materiais
N3.4s	Coefficiente de Colapsividade
N3.5s	Límites de Consistência e Índices de Plasticidade
N3.6s	Parâmetros de Resistência
N3.7s	Parâmetros Químicos do Solo
N3.8s	Matéria Orgânica (%)
N3.9s	Ensaio de Adensamento Vertical
N4	Características Gerais Região e UNGEOS
N4.1s	Unidades Litológicas
N4.2s	Agrupamentos Geológico-geotécnicos
N4.3s	Unidades de Solos
N4.4s	Relevo nas Unidades Geotécnicas
N4.5s	Declividades nas Unidades Geotécnicas
N5	Aptidão dos Solos nas Unidades Geotécnicas
N5.1s	Aptidão 1_ Fundações
N5.2s	Aptidão 2_ Disposição de Resíduos
N5.3s	Aptidão 3_ Ocupação Urbana
N5.4s	Aptidão 4_ Aterro e Pavimentação
N5.5s	Descrição das Classes Gerais de Aptidão dos Solos
N6	Sondagem à Percussão SPT
N6.1s	Sondagem SPT (Coordenadas UTM)
N6.2s	Sondagem SPT (Características do meio físico)
N6.3s	Sondagem SPT (Camadas)
N6.4s	Sondagem SPT (Valores de N_SPT)
N6.5s	Sondagem SPT (Nível do Lençol freático)
N6.6s	Sondagem SPT (Clientes)
N6.7s	Sondagem SPT (Cortes Longitudinais e transversais)
N6.8s	Sondagem SPT (Perfis Típicos de Solos Residuais)
N7	Estimativa de Horizontes e N-SPT médio
N7.1s	Estimativa N-SPT médio (Horizonte, Substrato)
N7.2s	Estimativa N-SPT médio (Horizonte, UNGEO)
N8	Fontes de Informação
N9	Informações Gerais sobre a Área de Estudo

O primeiro nível de identificação, N1, refere-se à classificação geotécnica. As unidades geotécnicas (UNGEOS), na medida em que definem regiões formada por perfis do terreno com comportamento geotécnico similar frente ao uso e à ocupação do solo, são consideradas as unidades

territórias mais relevantes na estruturação do banco de dados. Por isso, os demais níveis de identificação estão sempre relacionados a essas unidades mapeadas preliminarmente na área de estudo.

Para o município de Porto Alegre (RS) as unidades geotécnicas foram estimadas por Valente [19]. O autor empregou a metodologia de mapeamento geotécnico proposta por Davison Dias [8], e os levantamentos de solos realizados por Bastos [4]. Para a integração de dados sobre o meio físico, utilizou o programa IDRISI 2.0, desenvolvido pela Clark University. Por esse método, as unidades geotécnicas foram estimadas pela sobreposição dos mapas pedológicos e geológicos existentes e identificadas através da simbologia “XYZxyz”, onde as letras maiúsculas correspondem à classificação pedológica do perfil, enquanto as letras minúsculas xyz representam a geologia, caracterizando os horizontes C, RA e R (Figura 4).

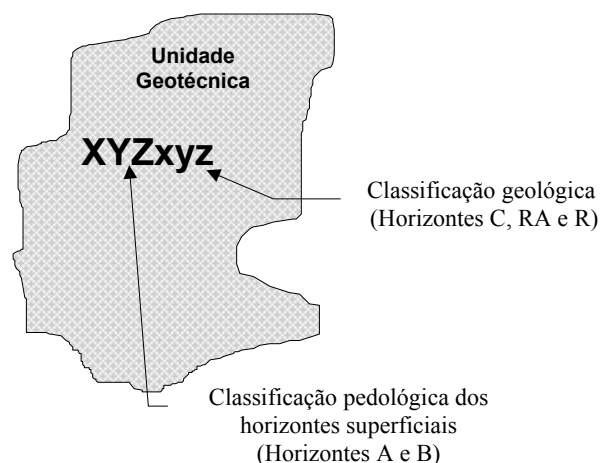


Fig.4 - Simbologia para a identificação das unidades geotécnicas (Davison Dias, ref.8].

A tabela correspondente ao nível N1, além dos identificadores de feição de cada unidade geotécnica estimada, que permite a sua associação com outras tabelas do banco de dados correlacionadas, apresenta campos que descrevem os identificadores de feição relativos aos agrupamentos geológico-geotécnicos (Valente *et al.*, ref.20) e às unidades de solos correspondentes.

O nível 2 (tabela N2), relaciona os perfis investigados ou amostrados na área de estudo, sua posição (coordenadas UTM), localidade, data e fonte da informação. O subnível 2.1, tabela N2.1s,

armazena informações gerais sobre o meio físico onde estão localizados os perfis investigados (p. ex. unidade geotécnica, substrato geológico, agrupamento geológico-geotécnico e unidade de solo). O subnível 2.2, tabela N2.2s, descreve os horizontes A, B e C, além de características morfológicas e mineralógicas do perfil. Para o município de Porto Alegre (RS) esses dados foram extraídos de Cruz [6], Azevedo [3], Prezzi [16], Bastos [4], Jungblut [12] e Soares [18].

O nível de identificação 3 corresponde aos resultados de ensaios dos perfis armazenados no nível 2. A tabela N3 destina-se à identificação do perfil, descrição das profundidades e horizontes e identificação numérica da amostra coletada. Já as tabelas dos subníveis 3.1 a 3.9 armazenam resultados de ensaios com ou sem defloculante; índices físicos como peso específico aparente natural, peso específico aparente seco, peso específico de grãos, índice de vazios, grau de saturação, umidade natural, umidade ótima e densidade real de grãos; classificação dos materiais de acordo com o Sistema Unificado de Classificação (SUCS) e Highway Research (HRB); limites de consistência e índices de plasticidade; coeficiente de colapsividade e parâmetros de resistência do solo (coesão e ângulo de atrito); parâmetros químicos e resultados de ensaios de adensamento vertical. Para o município de Porto Alegre (RS), as informações referentes ao nível 3 foram obtidas a partir dos trabalhos dos diversos autores citados anteriormente.

O nível 4 trata das características gerais da região e de aspectos relativos ao meio físico nas unidades geotécnicas estimadas. A tabela N4, portanto, relaciona as unidades geotécnicas (UNGEOS) com a unidade litológica, o agrupamento geológico-geotécnico e a unidade de solo, mostrando inclusive o valor da sua superfície e a porcentagem de ocorrência na área de estudo. A tabela N4.1s, descreve as unidades litológicas, apresentando suas características estruturais, mineralógicas, texturais, ocorrência, áreas em hectares e percentuais totais na área estudada. A tabela N4.2s traz informações similares, mas em função dos agrupamentos geológico-geotécnicos definidos no trabalho. Já a tabela 4.3s armazena informações sobre o grau de desenvolvimento dos perfis de solo, a sequência esperada de horizontes de solo, a capacidade de drenagem, a atividade da argila, a origem do solo, as cores características do

perfil, as características físicas e geotécnicas marcantes, o tipo de relevo predominante, os riscos geotécnicos presentes, além das áreas de ocorrência e de observações sobre os usos geotécnico e agrícola em cada unidade de solo.

Para o município de Porto Alegre (RS), as informações sobre as unidades litológicas foram obtidas a partir de Menegat *et al.* [13], enquanto os dados referentes aos agrupamentos geológico-geotécnicos foram extraídos de Valente *et al.* [20]. As informações sobre as unidades de solos resultaram dos mapeamento produzidos por Bastos [4] e Valente [19], complementadas pelas informações obtidas a partir da descrição das classes gerais de solos do Brasil (Oliveira *et al.*, ref.15), dos trabalhos de Vieira & Vieira [21] e Curi *et al.* [7], das teses e dissertações desenvolvidas na região. As tabelas N4.4s e N4.5s armazenam, respectivamente, dados sobre o relevo e declividades determinados por Valente [19] para cada uma das unidades geotécnicas estimadas.

O nível 5 diz respeito à aptidão do solo nas diferentes unidades geotécnicas mapeadas na área de estudo. Para o município de Porto Alegre (RS) as informações armazenadas na tabela N5, bem como nas tabelas dos subníveis 5.1 a 5.5, foram obtidas a partir da implementação da metodologia proposta por Valente [19].

O nível 6 e seus subníveis correspondentes (tabelas N6.1s a N6.8s) armazenam informações sobre sondagens SPT (*Standart Penetration Test*). Essas tabelas são estruturadas de maneira que, devidamente relacionadas por meio de uma consulta ao banco de dados, reproduzam, de forma organizada, grande parte das informações descritivas de um boletim tradicional de sondagem SPT. Para o município de Porto Alegre (RS), nas tabelas do Nível 6, foram utilizados os dados constantes nos boletins de sondagens estudados por Azevedo [3]. A tabela N6.7s armazena desenhos de perfis de cortes transversais e longitudinais na área de estudo.

O nível 7 destina-se à estimativa de horizontes de solos e seus respectivos valores médios de N-SPT a partir da análise de dados constantes em boletins de sondagem SPT como: classificação do material, faixa de variação do valor de N-SPT, profundidade do lençol freático e da camada analisada, informações pedológicas e litológicas. Para Porto Alegre (RS), a estimativa dos horizontes e dos valores médios de N-SPT foram

determinados para a região onde ocorrem granodiorito e monzogranito cinzentos isótopos (em especial o granito Independência); eluviões, colúvios e leques aluviais; depósitos de terraços lagunares antigos (particularmente na área dos depósitos de terraços fluviais) e depósitos fluviais. As tabelas N7.1s e N7.2s armazenam resultados da aplicação de estatística básica univariada aos valores médios de N-SPT determinados para os diferentes horizontes de solos.

O nível 8 refere-se às diversas fontes de informações utilizadas no banco de dados geotécnicos.

Finalmente, o nível 9 armazena aspectos gerais da área de estudo, como por exemplo, dados físicos e população.

3.3. Realização de consultas ao banco de dados geotécnicos

Estruturado o banco de dados geotécnicos, é possível a realização de consultas, isto é, uma solicitação específica de dados, podendo incluir campos de uma ou mais tabelas.

Através de consultas procede-se a classificação dos dados ou a visualização de um subconjunto das informações armazenadas.

A criação de uma consulta no Microsoft Access, empregado nesse trabalho, utiliza o recurso denominado *graphical query by example* (QBE). Trata-se de uma grade gráfica onde as consultas podem ser criadas visualmente arrastando os campos que desejamos, da parte superior da janela Consulta, para a grade QBE, situada na parte inferior da janela.

A tabela 2 mostra uma visão parcial do resultado de uma consulta ao banco de dados geotécnicos elaborado para o município de Porto Alegre (RS).

ID_SPT	Sond	S_lito	Horiz	N_SPTm
1	F02	GI	C	22
1	F02	GI	RA	48
2	F03	GI	B	11
2	F03	GI	C	17
3	F04	GI	RA	36.1
3	F04	GI	C	25
4	F05	GI	C	24
5	F06	GI	C	16
5	F06	GI	RA	54
...
230	G29	GI	A	2
230	G29	GI	B	7.2

4. INTEGRAÇÃO DO BANCO DE DADOS GEOTÉCNICOS AO SIG

A integração de um sistema de gerenciamento de banco de dados (DBMS) a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) permite que as informações armazenadas num banco de dados possam ser relacionadas aos arquivos de definição geográfica, no formato raster ou vetorial, correspondentes aos diferentes planos de informações (PIS) gerados. Assim, buscando representar da melhor maneira possível a complexidade do mundo real, a integração dos dois sistemas introduz uma componente espacial nas operações realizadas no DBMS, ao mesmo tempo em que agiliza, no SIG, o armazenamento e a manipulação de informações descritivas ou atributos das feições espaciais.

Neste trabalho, a conexão do banco de dados geotécnicos aos planos de informações (PIs), gerados para o município de Porto Alegre (RS) e armazenados no IDRISI 2.0, utilizou o modelo de integração de dados denominado **modelo georrelacional** (Shepherd, ref. 17). Dessa forma, cada atributo ou informação do banco de dados geotécnicos é associada a uma feição geográfica ou entidade espacial do arquivo imagem pelo uso de um identificador de feição comum, já mencionado anteriormente.

A conexão banco de dados-SIG, no IDRISI 2.0, ocorreu por meio de dois tipos de ligações (Figura 5): a) conexão mapa - banco de dados (*backward link*), que estabelece a conexão dos locais consultados na imagem com os registros do banco de dados geotécnicos, tornando possível a visualização dos dados descritivos (atributos) correspondentes a uma determinada posição geográfica; b) conexão banco de dados - mapa (*forward link*), que possibilita a visualização dos

Tabela 2 - Vista parcial da consulta: "Mostre os valores médios de N-SPT, por horizonte estimado, para os pontos de sondagens situados na unidade litológica Granito Independência, Porto Alegre (RS)".

atributos do banco de dados geotécnicos na forma de mapas (imagens).

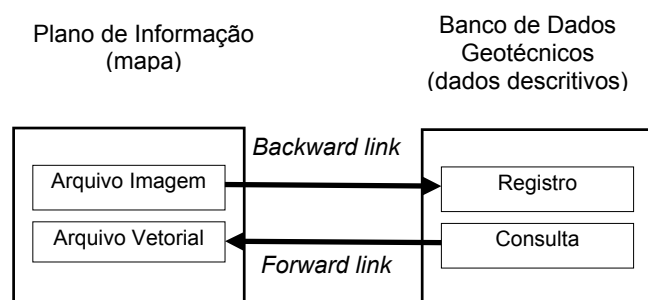


Fig. 5 - Conexões mapa-banco de dados geotécnicos no IDRISI 2.0.

A utilização do banco de dados integrado ao SIG fornece recursos para a elaboração de questões e a soluções de problemas que seriam muito mais difíceis ou praticamente impossíveis de serem implementados apenas pela análise isolada dos dados espaciais ou dos atributos (Shepherd, ref. 17). Entre esses recursos, Eastman [10] destaca a realização de consultas que permite responder questões do tipo: O que existe neste local? Quais são todos os locais que possuem este atributo? A primeira questão caracteriza uma consulta por localização, enquanto a segunda refere-se a uma consulta por atributo.

No IDRISI 2.0, a consulta por localização, exemplificada na figura 6, é estabelecida por meio de *backward link* da janela de visualização com o banco de dados geotécnicos. Dessa forma, é localizado automaticamente o registro do banco de dados geotécnicos que apresenta o identificador de feição com o mesmo valor apontado pelo cursor na imagem visualizada.

Já para a execução de uma consulta por atributos é necessário estabelecer previamente uma conexão do tipo banco de dados geotécnicos - mapa (*forward link*) para um arquivo vetorial. Essa ligação estabelece uma conexão dos valores do banco de dados geotécnicos para a janela de visualização, permitindo enxergar na forma de mapas os atributos armazenados. A consulta por atributos permite o exame da distribuição espacial dos dados descritivos ou não gráficos existentes no banco de dados geotécnicos. A figura 7 exemplifica uma consulta por atributo.

5. RESULTADOS

Um número praticamente ilimitado de combinações entre os campos e os registros das diferentes tabelas armazenadas no banco de dados geotécnicos permitiram a realização de consultas sobre os mais diversos aspectos do meio físico do município de Porto Alegre (RS). As tabelas 3 e 4 no apêndice deste trabalho, mostram alguns dos resultados obtidos.

O banco de dados geotécnicos foi posteriormente conectado por meio de um Sistema de Informações Geográficas, o IDRISI 2.0, aos inúmeros planos de informações (PIs) gerados por Valente [19], permitindo a realização de consultas e a integração de dados descritivos e espaciais, conforme exemplificado nas figuras 6 e 7.

6. CONCLUSÕES

A estruturação de um banco de dados geotécnicos no meio digital e o emprego do sistema relacional de gerenciamento de banco de dados Microsoft Access for Windows®, permitiu o fácil armazenamento e a rápida exploração de parâmetros e informações de interesse na Geotecnia.

A conexão do banco de dados geotécnico a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) introduziu uma componente espacial às informações descritivas armazenadas no computador. Dessa forma, essas informações puderam ser visualizadas conjuntamente com os arquivos gráficos correspondentes à sua localização espacial na área de estudo.

Para o município de Porto Alegre (RS), recomenda-se a continuidade do abastecimento do banco de dados geotécnicos com novas informações procedentes de empresas executoras ou usuárias de prospecção geotécnica ou ainda de pesquisas acadêmicas, proporcionando gradativamente uma visão mais completa dos materiais encontrados em cada uma das unidades geotécnicas estimadas.

O armazenamento no banco de dados geotécnicos das informações obtidas a partir de sondagens SPT (*Standar Penetration Test*) permitiu a exploração ágil desses dados por meio da realização de consultas no computador. Essas consultas reconstituíram praticamente as informações mais importantes de um boletim de sondagem. Por outro lado, a determinação e o armazenamento dos valores médios de N-SPT para

as unidades geotécnicas estimadas por Valente [19] proporcionou um conhecimento mais detalhado da compacidade dos materiais encontrados nos diversos horizontes de solo. Recomenda-se ainda, a criação de novos níveis de informações no banco de dados geotécnicos para o armazenamento de parâmetros geotécnicos obtidos a partir de outros tipos de sondagens ou investigações geofísicas.

Finalmente, cabe ressaltar a importância do registro preciso da localização dos pontos investigados ou amostrados no terreno durante as pesquisas geotécnicas. Esse cuidado facilitará um melhor aproveitamento das informações coletadas em metodologias que se utilizam de banco de dados geotécnicos conectados a Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

REFERÊNCIAS

1. Antenucci, C. J.; Croswell, P. L.; Kevany, M. J.; Archer, H. - *Geographic Information Systems, A Guide to the Technology*. Chapman & Hall, New York, 1991.
2. Aronoff, S. *Geographic Information Systems: a Management Perspective*. WDL Publications, Canada, 1991.
3. Azevedo, S. L. *Sistematização dos Resultados de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos de Porto Alegre/RS*. Dissertação (mestrado em engenharia) - Escola de Engenharia/UFRGS. Porto Alegre, 1990.
4. Bastos, C. A. B. *Caracterização Geotécnica dos Solos Oriundos de Rochas Graníticas no Município de Porto Alegre*. Dissertação (mestrado em engenharia) - Escola de Engenharia/UFRGS. Porto Alegre, 1991.
5. Burrough, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assesment*. Claredon Press, London, 1986.
6. Cruz, A. L. G. *Solo-cimento para Habitações Populares, Metodologia para Mapeamento de Jazidas de Solo, Visando sua Utilização em Habitações Populares*. Dissertação (mestrado em engenharia) - Escola de Engenharia/UFRGS. Porto Alegre, 1988.
7. Curi, N. *et al. Vocabulário de Ciência do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, 1993.
8. Davison Dias, R. *Proposta de Metodologia de Definição de Carta Geotécnica Básica em Regiões Tropicais e Subtropicais*. Revista do Instituto Geológico. São Paulo, v. especial, p.51-55, 1995.
9. Davison Dias, R.; Milititsky, J. *Metodologia de Classificação de Perfis e Unidades Geotécnicas Desenvolvida na UFRGS*. Revista Solos e Rochas, n.2, vol. 17, p. 81-92, 1994.
10. Eastmam, J. R. *Idrisi for Windows - User's Guide version 2.0*. Clark University, 1997.
11. Healey R. G. *Database Management Systems*. In: *Geographical Information Systems. Principles and Applications*. v.1, 3.ed. p. 251-267. Maguire, D. J.; Goodchild M.F.; Rhind, D. W., 1991.
12. Jungblut, M. *Estudo de Solos Subtropicais Visando o Emprego na Construção de Habitações de Baixo custo*. Dissertação (mestrado em engenharia) - Escola de Engenharia/UFRGS. Porto Alegre, 1993.
13. Menegat, R. *et al. Mapa Geológico de Porto Alegre (RS)*. In: *Atlas Ambiental de Porto Alegre (RS)*. Porto Alegre, UFRGS/PMPOA, 1998.
14. Moreti, R. S. *Avaliação das Perspectivas de Aplicação da Cartografia Geotécnica no Planejamento Urbano*. In: *Colóquio de Solos Tropicais e Subtropicais e suas Aplicações em Engenharia Civil*. Anais, p.257-267. Porto Alegre, 1989.
15. Oliveira, J. B.; Jacomine, P. K.; Camargo, M.N. *Classe Gerais de Solos do Brasil. Guia Auxiliar para o seu Reconhecimento*. 2 ed. UNESP, FUNEP, 1992.
16. Prezzi, M. *Ensaio de Penetração Tipo Cone (CPT) na Região Metropolitana de Porto Alegre*. Dissertação (mestrado em engenharia) - Escola de Engenharia/UFRGS. Porto Alegre, 1990.
17. Shepherd, I. D. H. *Information Integration and Gis*. In: *Geographical Information Systems. Principles and Applications*. v.1, 3 ed, p. 337-360. Maguire, D. J.; Goodchild M.F.; Rhind, D. W., 1991.
18. Soares, J. M. D. *Estudo do Comportamento Geotécnico do Depósito de Argila Mole da Grande Porto Alegre*. Tese (doutorado em engenharia) - Escola de Engenharia/UFRGS. Porto Alegre, 1997.
19. Valente, A. L. S. *Integração de Dados por Meio de Geoprocessamento para Elaboração de Mapas Geotécnicos, Análise do Meio Físico e suas Interações com a Mancha Urbana: o caso de Porto Alegre*. Tese (doutorado em engenharia) - Escola de Engenharia/PPGEM-UFRGS, 1999.
20. Valente, A.L.S.; Koppe, J.C.; Strieder, A. J. S.; Koester, E., Maciel C. L.; Bastos, C., Dias, R. D. *Definição de Agrupamentos Geológicos para Fins de Mapeamento Geotécnico em Porto Alegre (RS)*. In: *Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 3.*, Anais. Florianópolis, 1998.
21. Vieira, L. S.; Vieira, M. N. F. *Manual de Morfologia e Classificação de Solos*. São Paulo, 1983.

