

A utilização de SIG's nos estudos geotécnicos

Dr^a Glaci Trevisan Santos ¹

Liane da Silva Bueno ²

Luiz Antônio Paulino ³

Sálvio José Vieira ⁴

¹ Engenheira Civil

Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais
Professora dos Cursos de Graduação e Pós-graduação
do Departamento de Engenharia Civil - Centro Tecnológico - UFSC
✉ ecv1gts@ecv.ufsc.br

² Engenheira Civil

Mestranda do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil - CTC - UFSC

³ Engenheiro Cartógrafo

Professor do Departamento de Geociências - CFH - UFSC
Mestrando do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil - CTC - UFSC
✉ paulino@cfh.ufsc.br

⁴ Engenheiro Civil e Sanitarista

Mestrando do Curso de Pós-graduação em
Engenharia Civil - CTC - UFSC
- ✉ ecv8sjv@ecv.ufsc.br

Conteúdo	
	1. Introdução
	2. Caracterização da área
	3. Base conceitual
	3.1 Cadastro Técnico Multifinalitário
	3.2 Mapeamento Geotécnico
	3.2.1 Base cartográfica
	3.2.2 Aquisição de dados para o Mapeamento Geotécnico
	3.3 Sistema de Informações Geográficas - SIG
	3.3.1 Estruturas de dados
	3.3.2 Bancos de dados
	3.4 Planejamento urbano
	4 Metodologia
	4.1 Conhecimento do meio físico
	4.2 Descrição e representação da área estudada
	5. Resultados
	5.1 Análise da área em estudo
	5.1.1 Análise das unidades geotécnicas da área em estudo
	5.1.1.1 Unidade AQsq1 - Areias Quartzosas, substrato Sedimentos Quaternários
	5.1.1.2 Unidade PZsq - Podzol Hidromórfico mais Areia Quartzosas Hidromórficas, substrato sedimentos quaternários
	5.1.1.3 Unidade Gsq - Glei Pouco Húmico, substrato Sedimentos Quaternários
	5.1.1.4 Unidade PVg - Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato Granito Florianópolis
	5.1.1.5 Unidade Rg - Litólico
	5.1.2 Ocupação e Zoneamento Segundo Plano Diretor
	5.1.3 Análise da Erosão e Assoreamento
	6. Considerações finais
	7. Referências bibliográficas

Resumo: Este artigo apresenta através de um modelo simplificado de Sistema de Informações Geográficas - SIG, os resultados obtidos no mapeamento geotécnico em grande escala de uma área piloto localizada no Balneário Canasvieiras - Florianópolis, SC, bem como sua aplicação no planejamento e nas ações concernentes ao processo de ocupação e uso do solo urbano.

Palavras chaves: Mapeamento Geotécnico, Sistema de Informações Geográficas, Planejamento para o uso do solo urbano.

Abstract: This paper presents through a simplified model of Geographic Information System - GIS, the results obtained in the geotechnical mapping in great scale of a pilot area located in the Balneário Canasvieiras - Florianópolis, SC, as well as its application in the planning and in the concerning actions to the occupation process and the use of the urban soil. **Keywords:** Geotechnical Mapping, Geographic Information System, Planning for the use of the urban soil.

1. Introdução

Os processos de urbanização das grandes cidades há muito vêm ocorrendo de forma desordenada, à margem de um planejamento criterioso e que deve considerar, além das necessidades vitais do homem, a fragilidade e as características do ambiente no qual ele se instala. Planejar a ocupação e o uso do solo sem conhecer as suas limitações e potencialidades pode significar, na melhor das hipóteses, a imputação de prejuízos financeiros aos empreendedores, sejam eles públicos ou privados.

A partir dessa premissa, o conhecimento acerca do ambiente é o ponto inicial para elaboração de normas e do planejamento para a ocupação e uso harmonioso dos bens naturais.

Segundo SANTOS (1997), "*as intervenções no ambiente sempre representam algum impacto. Muitas vezes, até por desconhecimento, não se avalia o risco geotécnico das obras de engenharia*".

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) se propõe fornecer, através dos seus diversos componentes, uma base para o planejamento e a tomada de decisão nas ações referentes ao uso do solo urbano e rural. Neste contexto, o mapeamento geotécnico, como parte integrante do conjunto de dados do CTM, vem assumir um relevante papel na administração municipal, ao fornecer subsídios para a elaboração de planos diretores e também orientar os projetos e a implantação de núcleos populacionais, industriais e comerciais, bem como a requerida infra-estrutura básica (saneamento básico, transporte, e energia, entre outros).

Nesse sentido, o planejamento urbano das grandes cidades não pode ser elaborado sem considerar a Geotecnia que, através dos conhecimentos de geologia, pedologia e geomorfologia, aliados a ensaios laboratoriais de mecânica dos solos, informam os componentes qualitativos e quantitativos do meio físico, quanto ao uso do solo, permitindo assim ao engenheiro prever aspectos importantes das obras civis.

Estes componentes poderão estar disponibilizados através de mapas e cartas geotécnicas, gráficos e dados alfanuméricos. Esse conjunto de dados atende melhor e de forma mais ágil na tomada de decisão, quando apresentado através de um sistema de informações. Atualmente, os recursos oferecidos pela informática permitem a construção de sistemas de informações-SIG's, através dos quais o armazenamento, o processamento e o relacionamento de diferentes dados possibilitam a análise e a projeção de resultados decorrentes da futura utilização do solo.

2. Caracterização da área

A área de estudo compreende parte do Balneário Canasvieiras, localizado ao Norte da Ilha de Santa Catarina, entre as latitudes 27° 25' 37" S e 27° 26' 15" S e longitudes 48° 27' 30" W e 48° 28' 07" W, caracterizando-se como uma área predominantemente plana, substrato sedimentos quaternários, com elevações maiores no quadrante SW.

Segundo o Plano Diretor dos Balneários da Ilha de Santa Catarina, constitui-se em uma área de uso misto, onde predominam as atividades turísticas durante um curto período do ano. Registra-se grande flutuação da população entre os períodos de baixa e alta temporada. O balneário já possui uma população residente permanente, tendo todas as vantagens de serviços e infra-estrutura de um centro urbano.

O sistema de drenagem da área é composto por poucos canais naturais (talwegues), desenvolvidos a partir das encostas (SW), que, na baixada, são canalizados através de duas galerias subterrâneas, as quais recebem contribuição da rede de drenagem da área urbanizada, ambas vindo a desaguar no mar no sentido Sul-Norte.

3. Base conceitual

3.1 Cadastro Técnico Multifinalitário

De acordo com BLACHUT et al in LOCH (1993), o cadastro é um sistema de registro de dados que identificam ou caracterizam uma área de interesse; registros estes que devem ser executados ou apresentados de forma descritiva e sempre apoiados numa base cartográfica bem definida, constituindo-se desta forma no veículo mais ágil e completo para o planejamento.

Segundo LOCH et al (1984), o cadastro técnico multifinalitário além de atender às necessidades informacionais e legais dos proprietários, deve funcionar como um banco de dados para os órgãos governamentais e usuários no que tange às informações precisas da unidade de produção, e a importância do cadastro está intimamente ligada a unidade de produção, gerando a economia que altera as características físicas da região.

3.2 Mapeamento Geotécnico

Para SANTOS (1990), o mapeamento geotécnico é um documento complexo que integra um determinado conjunto de dados do solo e subsolo de uma região, sintetizando-os e interpretando-os, os quais prevêem as possíveis respostas à intervenção humana, pois o meio físico, além de suas potencialidades, também tem suas limitações de uso.

De acordo com a mesma autora, o mapa geotécnico deve fornecer ao usuário uma visão de conjunto dos fenômenos que atuam na área, ou na região, de maneira clara e dinâmica, fazendo com que as interações entre as diferentes informações se processem através de simbologia adequada e sua descrição detalhada numa legenda unificada.

Segundo DE MIO e GANDOLFI (1995), o mapeamento geotécnico pode ser definido como uma ferramenta ou processo que procura caracterizar as propriedades do terreno de interesse para engenharia e para o planejamento, prevendo as interações entre os processos do meio físico, o homem e suas obras.

3.2.1 Base cartográfica

É cada vez maior o interesse e a necessidade dos administradores municipais de exercerem controle sobre os aspectos ambientais, físicos, econômicos e sociais de seu território. São indispensáveis as informações que reflitam a realidade do espaço geográfico para a equipe de planejamento. Para atingir esse objetivo é essencial a disponibilidade da base cartográfica que se constitui num dos componentes imprescindíveis para a execução de um cadastro técnico. Esta base deve ser compatível com a sua finalidade de utilização, com as informações necessárias para o tipo de trabalho a ser desenvolvido e com o grau de precisão requerido.

Para JOLY (1990) redigir um mapa consiste em reunir a documentação indispensável a uma cobertura exaustiva do território considerado, através de levantamentos de campo e dos trabalhos de escritório referentes aos dados estatísticos, cartográficos ou iconográficos coletados. Um mapa descreve um determinado espaço geográfico com suas características qualitativas e/ou quantitativas.

Ainda segundo o mesmo autor, mapas de base são aqueles que resultam diretamente de levantamentos efetuados no campo, ou através de aerofotos transferidas para uma quadricula geodésica cuidadosamente selecionada. Os mapas topográficos são considerados mapas base, que podem gerar mapas derivados, pela seleção de detalhes, ou pela redução da escala e generalização dos traçados e representações.

No processo de confecção de carta geotécnica, segundo SANTOS (1990), elabora-se várias cartas: - carta de documentação (onde são feitos os registros dos pontos de coleta de dados, afloramentos, amostragem, piezômetros, sondagens, etc.); - cartas básicas (conjunto de cartas como: carta geológica, geomorfológica, pedológica, hidrogeológica, etc.), de onde são extraídas as informações do meio físico, as quais devem ser representadas na carta final.

De acordo com a UNESCO (1976), mapa geotécnico é um tipo de mapa geológico que representa todos os componentes de significância para o planejamento do uso do solo e para projetos, construções e manutenção quando aplicados à engenharia civil e de minas.

3.2.2 Aquisição de dados para o Mapeamento Geotécnico

Para ZUQUETTE (1987), os dados necessários para o mapeamento geotécnico são obtidos do levantamento e análise de informações já produzidas, através do uso de mapas topográficos, geomorfológico e outros, sondagens e fotos aéreas, para o reconhecimento das unidades homogêneas.

Segundo o mesmo autor, os trabalhos de campo podem ser divididos em investigações superficiais e subsuperficiais, a primeira através de caminhadas, determinando informações diretas sobre as características dos solo, água e rochas e a segunda através de sondagens, perfurações de poços e trincheiras ou penetrômetros alternativos. Já o trabalho de laboratório compreende uma série de ensaios com materiais coletados de forma criteriosa na amostragem de campo, tais como: análise granulométrica; limites de Atterberg; peso específico dos sólidos; compactação; mineralogia; miniatura compactação tropical - MCT; características dos agregados e densidade relativa.

Para DAVISON DIAS & MILITITSKY (1994), a etapa inicial consiste em analisar os levantamentos de solos, nos mapas pedológicos, geológicos, topográficos, geomorfológicos, fotografias aéreas, imagens de satélites e outras informações importantes inerentes a região de estudo, para o reconhecimento das unidades geotécnicas e sua classificação segundo a pedologia e a geologia, respectivamente conforme a simbologia "XYZxyz".

3.3 Sistema de Informações Geográficas - SIG

Segundo BURROUGH (1994), *"a história do uso de computadores para mapeamento e análise espacial vem mostrando um desenvolvimento paralelo na automação da aquisição de dados, análise de dados e apresentação de informações em diferentes modelos de arquivos. Estes arquivos resultantes do mapeamento cadastral e topográficos, levantamentos da cartografia temática, da engenharia civil, da geografia, dos estudos matemáticos de variações espaciais, dos levantamentos da ciência do solo, dos levantamentos fotogramétricos, do planejamento urbano e rural, utilizam sistemas de rede e sensoriamento remoto e análise de imagens"*.

A utilização plena desse universo de informações só será possível através do emprego de um sistema que possa otimizar o armazenamento, o processamento e a exploração de diferentes bases, constituídas através da sistematização dos dados oriundos de levantamentos físicos e sócio-econômicos acerca do ambiente. O sistema então sugerido compor-se-á de softwares, hardwares, metodologias, dados e de um corpo técnico habilitado para a sua construção, operação e análise das informações resultantes.

Para ROSA & BRITO (1996) *"um SIG pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referenciados espacialmente na superfície terrestre"*.

De acordo com ESTES et al (1990), *"um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um sistema auxiliado por computador para aquisição, armazenamento, transformação, análise e reprodução gráfica de dados espaciais"*.

Segundo EASTMAN (1998), a tecnologia desenvolvida em SIG tem afetado todos os profissionais que trabalham com dados espaciais em todos os campos do conhecimento das atividades humanas. Muitos dos softwares desenvolvidos para SIG são erroneamente chamados de SIG, sendo apenas um dos componentes, necessitando de hardware e do analista. O sistema não tem respostas prontas, pois é apenas uma ferramenta, necessitando portanto da interação com o analista para produzir soluções desejadas, através da realização de análises complexas, integrando dados de diversas fontes.

3.3.1 Estruturas de dados

A representação espacial pode ser feita de várias formas. Estas variações ocorrem sobre dois tipos básicos de estruturas: as matriciais e vetoriais.

Para TEIXEIRA et al (1992), *"a partição do espaço na estrutura matricial é obtida de uma malha com linhas verticais e horizontais"*

espaçadas regularmente, formando células. Tais células também chamadas de pixels ou quadriculas, geralmente possuem dimensões verticais e horizontais iguais, que definem a resolução da malha, ou seja, a área abrangida no terreno por cada quadricula. Isto equivale a dizer que ocorre um processo de generalização onde os vários elementos que podem constituir uma quadricula deixam de ser individualizados".

Segundo EASTMAN (1998) na estrutura vetorial, os limites ou o curso de feições são definidas por uma série de pontos, linhas e polígonos, os quais formam a representação gráfica das feições, onde cada ponto será georreferenciado ao um sistema de coordenadas X e Y, como latitude/longitude ou a grade de coordenadas Universal Transversa de Mercator.

3.3.2 Bancos de dados

Os bancos de dados em um SIG são formados por dados espaciais georreferenciados, representados na forma vetorial e matricial e dados alfanuméricos, os quais mantêm uma conexão que os relacionam mutuamente, um fornecendo as definições geográficas das feições da superfície da Terra e o outro os atributos numéricos e nominais na forma tabular, que estas feições possuem.

Segundo BENTLEY (1995), na integração de dados espaciais e alfanuméricos tem sido comum a utilização de bancos de dados relacionais, os quais são utilizados em conexão com programas (SIGs) empregados para manipulação das feições gráficas.

Segundo EASTMAN (1998) os dados espaciais (matriciais e vetoriais) e os dados alfanuméricos necessitam de um software de gerenciamento de banco de dados, onde os atributos das feições gráficas serão representados por um identificador, que será o responsável pela ligação entre os dados espaciais e alfanuméricos.

3.4 Planejamento urbano

A Lei Federal nº 6766 / 79, é o instrumento legal que rege o parcelamento do solo urbano no Brasil. Esta Lei delega aos Estados, o exame e análise prévia de loteamentos e desmembramentos de terras em condições especiais, tais como: áreas de interesse especial; áreas limítrofes ou que pertençam a mais de um município; municípios localizados em aglomeração urbana ou região metropolitana; loteamentos que abrangem áreas iguais ou superiores a 1.000.000 m².

A Lei Estadual nº 6063/ 82 estabelece que parcelamento do solo para fins urbanos só pode ser feito em áreas urbanas ou de expansão urbana definidas por Lei Municipal, reafirmando a necessidade da delimitação legal, por parte do governo municipal, do perímetro urbano.

As normas das Leis Federal nº 6766/79 e Estadual nº 6063/82 que regem o parcelamento do solo urbano, são de caráter geral e fixam parâmetros mínimos de urbanização de uma gleba de terras e de habitabilidade dos lotes, as quais devem ser complementadas com maior rigor pelo município, através da lei de Parcelamento do Solo Urbano Municipal, parte integrante do Plano Diretor, para atender às especificidades e peculiaridades locais e às exigências da dinâmica da cidade.

O Plano Diretor fornece uma orientação para o desenvolvimento da cidade, servindo de base técnica à ação do poder público e à coordenação das diversas iniciativas que, no decorrer do tempo, concorrerão para o desenvolvimento da cidade.

P>O desenvolvimento turístico da Capital exigiu a criação de legislação específica para os Balneários, como forma de disciplinar, organizar e direcionar a ocupação urbana nas praias, resultando na elaboração do Plano Diretor dos Balneários, o qual está contido na Lei 2.193/85.

4 Metodologia

4.1 Conhecimento do meio físico

Tendo em vista os objetivos propostos para este trabalho, ou seja, a realização do mapeamento geotécnico em grande escala, buscou-se adquirir o conhecimento detalhado do meio físico através do levantamento de dados em gabinete e em campo.

Inicialmente foram realizados estudos em escritório, com a interpretação e análise de relatório e mapas já existentes. Nesta etapa foram utilizados os mapas básicos (geologia e pedologia) e o Mapa Geotécnico na escala 1:25000, da ilha de Santa Catarina, elaborados por SANTOS (1997).

Em seguida foi realizado um levantamento de dados referentes aos objetivos propostos, obtendo-se então a carta básica no modo digital na escala 1:2000 de parte do balneário Canasvieiras, produzida por MARISCO (1997) e a Lei de Zoneamento do Plano Diretor para Balneários do Município de Florianópolis/SC (1985). A área de estudo e a escala de mapeamento foram definidas nesta etapa em função da disponibilidade da carta básica.

Na terceira etapa procedemos aos trabalhos de interpretação de fotografias aéreas para o reconhecimento de detalhes a serem identificados em campo. Foram utilizadas as fotografias nº 02 e 03 da faixa 12, na escala 1:8000, do voo realizado em maio de 1994 pela empresa Esteio contratada pelo Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF.

Os trabalhos de campo foram realizados para delimitação das unidades geotécnicas, através de sondagens com trado manual e DCP (10 pontos), e observação dos perfis de solos expostos em áreas de exploração de jazidas, cortes em estradas e áreas não ocupadas.

As amostras recolhidas durante os trabalhos de campo foram analisadas para classificação e caracterização pedológica nos pontos de amostragem. As análises foram realizadas através de exame visual e tátil das amostras.

A delimitação das áreas suscetíveis à erosão foi realizada com a reinterpretção das fotografias aéreas digitalizadas, utilizando-se para isto o software Idrisi e levando-se em conta as características pedológicas do solo, a ausência de cobertura vegetal, a declividade e a extensão das encostas.

4.2 Descrição e representação da área estudada

A área objeto deste trabalho está descrita através dos resultados das análises dos elementos básicos (geologia e pedologia) obtidos em SANTOS (1997), e detalhados com as investigações realizadas em gabinete e em campo. Para uma melhor caracterização e compreensão dos aspectos geotécnicos observados na área de estudo foram também elaboradas as cartas básicas, de unidades geotécnicas, de erodibilidade e do plano diretor para balneários, todas na escala 1:2000, além dos perfis típicos levantados nos trabalhos de campo, de um modelo numérico do terreno e de um banco de dados geotécnicos.

A carta básica, contendo informações sobre a altimetria, a hidrografia e a planimetria foi elaborada a partir da atualização da carta digital produzida por MARISCO (1997), utilizando-se para isto os softwares MicroStation e I/Geovec.

Para elaboração da carta de unidades geotécnicas foram utilizados dados provenientes de levantamentos de campo, de fotointerpretação e de documentos cartográficos existentes em outra escala (1:25000). Foram utilizados os softwares MicroStation e Idrisi e as fotografias aéreas em meio digital.

A carta de erodibilidade foi produzida a partir das observações realizadas em campo e dos dados extraídos das fotografias aéreas digitalizadas, utilizando-se para tanto os softwares MicroStation e Idrisi.

A carta do plano diretor para balneários foi elaborada a partir dos dados obtidos junto ao IPUF utilizando-se o software MicroStation.

Através do software Surfer32 e dos dados planialtimétricos (coordenadas X,Y e Z dos pontos do terreno) foi construído um modelo numérico do terreno (MNT), representado graficamente através de um bloco-diagrama.

Os perfis típicos representativos dos resultados de ensaios realizados em campo foram construídos através dos softwares MicroStation e Excel.

As cartas produzidas foram importadas para o softwares "Idrisi for Windows", na forma matricial e vetorial, onde foram relacionados bancos de dados contendo informações características das unidades geotécnicas e seus perfis, a ocupação humana, segundo Plano Diretor e as áreas suscetíveis a erosão.

Os Bancos de dados formados por dados espaciais (mapa das unidades geotécnicas, mapa do zoneamento segundo Plano Diretor e mapa de erodibilidade) e dados alfanuméricos (informações relacionadas às unidades geotécnicas, aos perfis típicos de DCP e SPT, ao zoneamento), foram conectados através de identificadores dos polígonos e por pontos, os quais, quando visualizados na tela e acionados com o cursor, verifica-se imediatamente a ligação entre os dados espaciais e os dados alfanuméricos, apresentados de forma tabular, com os respectivos atributos do objeto espacial selecionado.

5. Resultados

5.1 Análise da área em estudo



Fig. 1: Foto aérea da área de estudo
Escala original 1: 8.000 – Maio

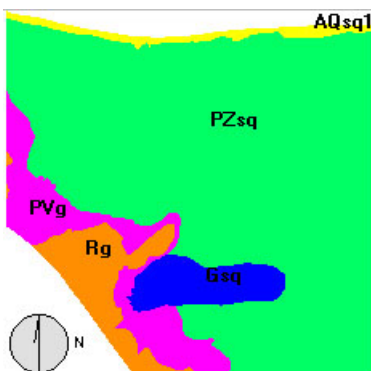


Fig. 2: Unidades Geotécnicas

Na área de estudo, Balneário Canasvieiras, analisou-se a ocorrência das unidades geotécnicas, a ocupação segundo a Lei de Zoneamento - Plano Diretor dos Balneários, a erosão e assoreamento. As análises foram feitas com base nos perfis das amostras coletadas a trado manual e das curvas de DCP, e das seguintes cartas: de Unidades Geotécnicas; do Plano Diretor para Balneários e de Erodibilidade.

5.1.1 Análise das unidades geotécnicas da área em estudo

As unidades geotécnicas da área em estudo são descritas abaixo, segundo SANTOS (1997), com resultados obtidos em laboratório das análises das amostras de sondagens dos perfis canas1 (SPT) e dos pontos levantados a trado, juntamente com ensaio de DCP (Dinamic Coni Penetration), complementadas com a análise tátil e visual das amostras coletadas. A Figura 3 apresenta banco de dados, ligando dados espaciais com alfanuméricos, com descrições das Unidades Geotécnicas.

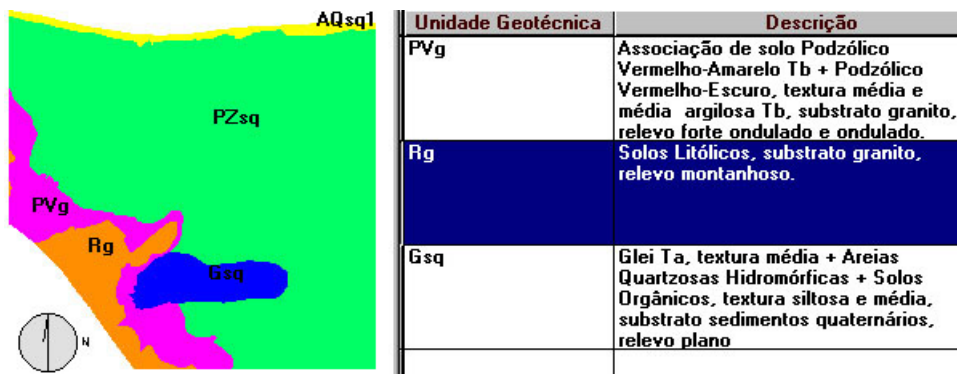


Fig. X: Banco de dados – Unidades Geotécnicas

5.1.1.1 Unidade AQsq1 - Areias Quartzosas, substrato Sedimentos Quaternários

Nesta unidade geotécnica encontra-se a unidade pedológica das areias quartzosas hidromórficas, localizada junto a orla marítima. Os perfis desta área são extremamente arenosos, com predominância dos grãos de quartzo na fração areia. A primeira camada apresenta-se com uma coloração cinza clara, seguida de uma camada cinza escuro. A granulometria predominante é de areia fina.

Deve-se observar as interferências da drenagem e das marés nesta área sobre o meio ambiente, onde o solo é facilmente erodido e o lençol freático encontra-se próximo à superfície. O maior problema de engenharia é encontrar a solução ideal para o esgotamento sanitário, sem afetar as condições de balneabilidade.

5.1.1.2 Unidade PZsq - Podzol Hidromórfico mais Areia Quartzosas Hidromórficas, substrato sedimentos quaternários

Esta unidade geotécnica, como era de se esperar, aparece em relevo plano, com substrato sedimentos quaternários. Com as amostras da perfuração a trado manual e os ensaios de Cone de Penetração Dinâmica (DCP) dos pontos P2, P3, P4 e P6, nas análises tátil e visual, obteve-se os perfis do solo com as características dos horizontes e as curvas de DCP, os quais confirmaram as características desta unidade geotécnica. As mudanças de camadas dos perfis, coincidem com as mudanças do índice de resistência das curvas de DCP dos pontos coletados. A primeira camada a resistência do solo é menor, já na segunda camada, observa-se uma resistência maior à penetração.

O perfil do ponto P2, localizado na rua das Flores, esquina com a rua Vergílio Ponciano, apresenta o lençol freático a 0,85 metros da superfície, onde a primeira camada de 0,45 m é composta com areia marrom escura e a segunda de 0,85 m, com areia e matéria orgânica com coloração escura. Ambas camadas com granulometria fina.

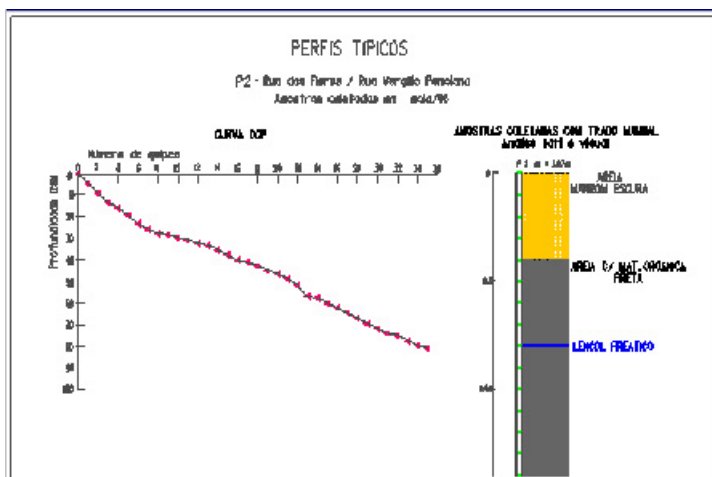


Fig. 4: Curva de DCP e Perfil do ponto amostrado

5.1.1.3 Unidade Gsq - Glei Pouco Húmico, substrato Sedimentos Quaternários

Esta unidade geotécnica foi caracterizada pelo perfil do ponto P 9, resultante da amostra da perfuração a trado manual e o ensaio de Cone de Penetração Dinâmica (DCP). Na análise tátil e visual, obteve-se o perfil do solo com as características dos horizontes e as curvas de DCP.

As mudanças de características de resistência das camadas do perfil do ponto P9, coincidem com as mudanças nas curvas de DCP. Na primeira camada o solo oferece uma certa resistência. Na Segunda, a resistência cai abruptamente e na terceira camada a resistência do solo à penetração é bem maior que na primeira.

O perfil do ponto P9, localizado na rua João de Barro, esquina com a rodovia Tertuliano Brito Xavier, apresenta o lençol freático próximo à superfície, onde a primeira camada de 0,40 m é composta com solo argilo-arenoso marrom claro, com granulometria grosseira, a segunda de 0,40 m, com argila cinza, granulometria mais fina e a terceira camada de 0,50, com solo argilo arenoso cinza claro, granulometria fina.

Nesta camada, deve-se ter cuidado na execução de fundações, devido à presença de camada de solo mole intercalada com outras, podendo provocar recalques diferenciais. Além disso, o sistema de tratamento dos efluentes domésticos por fossas sépticas e sumidouros é prejudicado, devido ao nível d'água encontrar-se próximo a superfície.

5.1.1.4 Unidade PVg - Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato Granito Florianópolis

Esta unidade ocorre, na toposequência, a meia encosta, com declividade variando de 2 a 10%, é formada por solos com horizonte B pouco desenvolvido. Na análise tátil e visual, obteve-se os perfis dos pontos P1, P5, P7, P8 e P10, resultantes da amostra de perfurações a trado manual e os ensaios de Cone de Penetração Dinâmica (DCP), os quais confirmaram as características desta unidade geotécnica.

As mudanças de camadas dos perfis dos pontos P1, P5, P7, P8 e P10 são mostradas nas curvas de DCP. Nas duas primeiras camadas o solo oferece maior resistência, e na terceira camada a resistência do solo à penetração é menor que as anteriores.

O perfil do ponto P5, localizado na rua Acary Margarida, esquina com a rodovia Tertuliano Brito Xavier, apresenta o lenço freático próximo a superfície, onde a primeira camada de 0,50 m é composta com solo argilo arenoso marrom claro (aterro), de granulometria grosseira. A segunda de 0,50 m, com solo argilo arenoso marrom claro, com granulometria mais fina. A terceira camada de 0,40 m, com solo argilo-arenoso amarelado, granulometria fina e a quarta camada de 0,50 m, com argila amarela plástica, mole e pegajosa, com granulometria bastante fina.

5.1.1.5 Unidade Rg - Litólico

Esta unidade compreende os solos litólicos, substrato granito, que são solos rasos, pouco desenvolvidos, e se caracterizam pela presença de horizonte A assentado diretamente sobre a rocha matriz ou sobre o horizonte C, ou sobre a rocha alterada (RA), ou ainda sobre a rocha sã (R).

Na área de estudo, registrou-se sua ocorrência a partir da declividade de 15%, na cota 15m, estendendo-se à meia encosta e no topo do morro, com afloramentos de rochas e presença de matacões. Esta unidade está associada juntamente com solo Podzólico Vermelho-Amarelo.

A Figura 5 apresenta banco de dados dos pontos de amostragem, contendo o tipo de sondagem, descrição das camadas e profundidade do lençol freático.

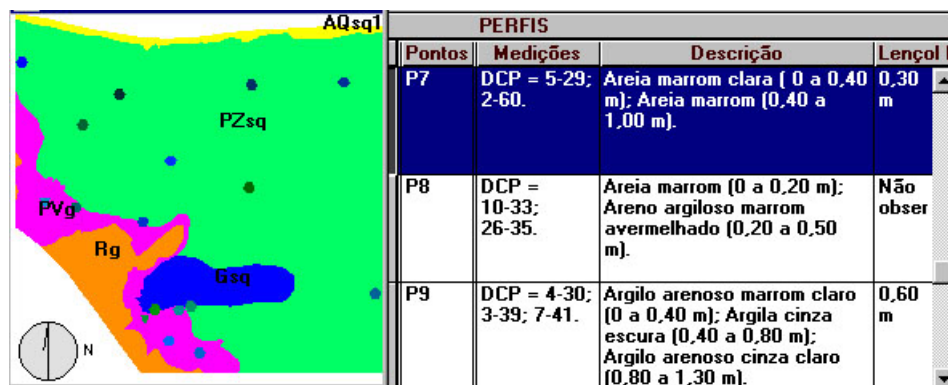


Fig. 5: Banco de dados – Pontos de amostragem

5.1.2 Ocupação e Zoneamento Segundo Plano Diretor

A área em estudo, localizada no Balneário de Canasvieiras, está regida pela Lei 2193/85, do Plano Diretor que dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo nos balneários da Ilha de Santa Catarina, a qual define como área especial de interesse turístico, verificando-se para ela, seis áreas específicas de zoneamento, ATR (Áreas Turísticas Residenciais), ARE (Áreas Residenciais Exclusivas), ARP (Áreas Residenciais Predominantes), AMS (Áreas Mistas de Serviço) e APP (Áreas de Preservação Permanente), AER (Área de Exploração Rural). A Figura 6, apresenta a Carta segundo o Plano Diretor para Balneários e o respectivo banco de dados.

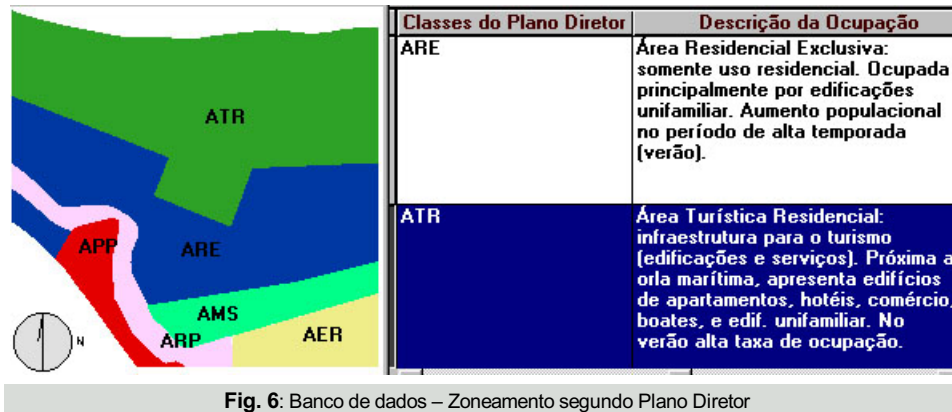


Fig. 6: Banco de dados – Zoneamento segundo Plano Diretor

5.1.3 Análise da Erosão e Assoreamento

A área em estudo se localiza, em sua maioria, em relevo plano, com baixa declividade, variando de 0 a 2 %, constituído pelas unidades geotécnicas AQsq1, PZsq e Gsq, com solos não suscetíveis à erosão hídrica apesar da sua estrutura de grãos simples de material solto facilmente erodível.

A definição das áreas sujeitas à erosão foi realizada com base nos estudos da declividade, extensão das encostas, falta da cobertura vegetal e exploração de jazidas com exposição do horizonte C.

Foram mapeadas as áreas suscetíveis à erosão no quadrante SW da região de estudo, onde o horizonte C está exposto em função da exploração de jazidas, provocando o assoreamento da drenagem natural, sendo observado, inclusive a deposição Fe₂O₃ na baixada próximo ao talvegue.

As partes mais baixas e planas, constituem-se em áreas propícias ao assoreamento por parte do material erodido e transportado pelas chuvas, das áreas com maiores declividades suscetíveis à erosão através dos canais de drenagens.

Segundo a carta de erodibilidade, a região onde se observa maior suscetibilidade à erosão encontra-se, como mostra o Plano Diretor, em área de preservação permanente.

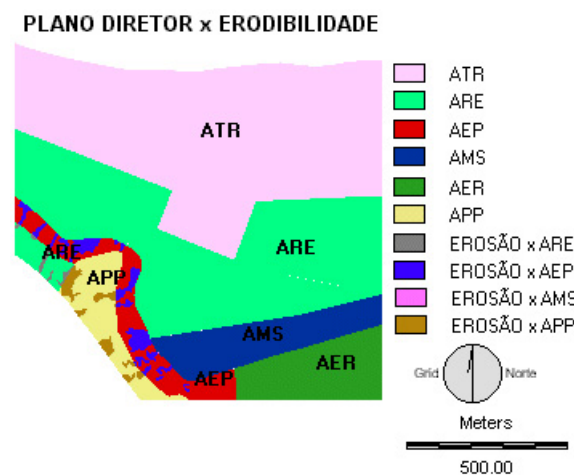


Fig. 7: Plano Diretor X Erodibilidade

6. Considerações finais

O trabalho teve como objetivo delimitar as unidades geotécnicas da área em estudo com base no mapeamento geotécnico na escala 1:25000 da Ilha de Santa Catarina, reconhecimento da área através de fotografias aéreas e da carta básica na escala 1:2000, visitas a campo e análises laboratoriais efetuadas a partir das amostras coletadas em sondagens a trado manual e ensaios DCP.

Com base nos resultados obtidos propõe-se as seguintes diretrizes:

1- Que os órgãos de planejamento dos Municípios e do Estado utilizem as cartas do mapeamento geotécnico dos municípios, como ferramenta indispensável ao planejamento da expansão urbana e da implantação de infra-estruturas, como por exemplo, saneamento básico e sistema viário, adotando-se a partir desses dados soluções técnicas mais adequadas a cada ambiente.

2- O Plano Diretor dos Municípios, através da Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo, deverá contemplar aspectos normativos que venham disciplinar a ocupação do meio físico de forma ordenada, e ao mesmo tempo impor condições de controle do uso do solo através de intensivas ações de educação e fiscalização.

3- O planejamento da expansão do sistema viário e implantação de novos loteamentos deve considerar as cartas de riscos geotécnicos, como por exemplo, a carta de erodibilidade produzida neste trabalho.

4- As autoridades municipais ao indicarem procedimentos técnicos para solução de esgotamento sanitário devem levar em conta as características das unidades geotécnicas, as propriedades físicas e químicas do solo e suas limitações quanto ao uso.

7. Referências bibliográficas

Bentley Systems Inc.: *Database Guide - Microstation V. 5 - Academic Suite*. Exton, PA, USA, 1995.

Burrough, P. A.: *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford University Press, New York, 1994.

Davison Dias, R.; Milititsky, J.: *Metodologia de Classificação de Perfis e Unidades Geotécnicas Desenvolvida na UFRGS*. In : Revista Solos e Rochas, Vol. 17, n. 2, 1994,

De Mio, G. ; Gandolfi, N.: *Cartografia Geotécnica da Região de Mogi-Guaçu, São Paulo*. In: Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 1995, vol. especial, pg. 99-105.

Eastman, J. R.: *Idrisi for Windows version 2.0*. Clark University - USA. - 1997

Eastman, J. R.: *IDRISI for windows - Exercícios Tutoriais*. Tradução para o português por Hasenack, Henrich. UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.

Governo do Estado de Santa Catarina: O Parcelamento do Solo Urbano: *Lei Estadual 6.063/82 / Lei Federal 6.766/79*. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM; Diretoria de Desenvolvimento Urbano - DURB; Gerência de Planos Diretores - GEPLA, Florianópolis, 1998.

Estes, J. Star; Jeffrey.: *Geographic Information Systems in Introduction*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1990.

Geoterrain - User Guide. GeoPack Corporation - USA - 1997.

I/Geovec - User Guide. Intergraph Corporation - USA - 1994.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.: *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe - Paranapanema*. São Paulo, 1986. 6 v. (IPT. Relatório, 24 739). (CP; ME).

Joly, F.: *A cartografia*, Tradução de Tânia Pelegrini. Campinas - SP, Papirus, 1990.

Loch, Carlos: *Cadastro Técnico Multifinalitário: A Base para a Organização Espacial do Uso da Terra a Nível de Propriedade Rural*. Tese para Professor Titular. UFSC, Florianópolis, 1993. 67p.

Marisco, Nelson: *Atualização de Plantas Cadastrais utilizando Ortofotos Digitais*. Mestrado em Engenharia Civil (Cadastro Técnico Multifinalitário) UFSC-Florianópolis, 1997.

Microstation 95: User Guide. Bentley Corporation - USA - 1995.

Oliveira, A . M. dos Santos: *Curso de Geologia aplicada ao Meio Ambiente*. São Paulo, 1995. ABGE-Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e IPT- Divisão de Geologia. Cap. 3: Assoreamento em cursos e corpos d'água. p. 59 - 70.

Plano Diretor dos Balneários: *Lei 2.193/85. Dispõe sobre o Zoneamento, o Uso e Ocupação do Solo nos Balneários da Ilha de Santa Catarina*. Florianópolis, SC, 1995.

Rosa, R.; Brito, J. L. S.: *Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica*, UFU, Uberlândia, 1996.

Salomão, F. X.; Iwasa, O. Y.: *Curso de Geologia aplicada ao Meio Ambiente*. São Paulo, 1995. ABGE-Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e IPT- Divisão de Geologia. Cap. 3: *Erosão e a Ocupação Rural e Urbana*. p. 31 - 56.

Santos, G. T.: *Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas aplicadas ao Uso do Solo Urbano e em Obras de Engenharia*. Porto Alegre, RS. Tese Doutorado, Departamento de Engenharia de Minas, UFRGS, 1997.

Santos, M. do C. R.: *Manual de fundamentos Cartográficos e diretrizes gerais para elaboração de Mapas Geológico, Geomorfológico e Geotécnicos*. IPT, publ. IPT v. 1773. São Paulo, 1990.

Silva, J. A .: *DIREITO AMBIENTAL CONSTITUCIONAL*. Editora Malheiros Editores Ltda. 2ª Edição, São Paulo - SP, 1995, p. 243.

Surfer 32: User Guide. Golden Software Corporation - USA - 1996.

Teixeira, L. A , Moretti, E., Christofoletti, A .: *Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica*, Edição do Autor, Rio Claro, 1992.

Unesco - IAEG. *Enginerring geological maps: a guide to their preparation*. Paris: The UNESCO press, 1976. 79p.

Zuquette, L. V.: *Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras*. Tese (doutoramento)-

