

## Utilização de um SIG na estruturação de um mapa de aptidão à pavimentação para os solos de Laguna – SC

Rafael Augusto dos Reis Higashi <sup>1</sup>

Marcelo Heidemann <sup>1</sup>

Murilo da Silva Espindola <sup>1</sup>

Guilherme Locks <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL

Departamento de Engenharia Civil

Caixa Postal 370 - 88704-900 – Tubarão - SC, Brasil

higashi@prosul.br; marcelo.heidemann@gmail.com; muriloespindola@hotmail.com;

guilherme@lockssondagens.com.br

**Abstract.** This work presents the application of a geographic information system for a mapping of the soils from Laguna - SC County based in the behavior presented by its when used in pavementation works.

The raising not only of the county, but also all the south of Santa Catarina state turns necessary improvements in road infra-structure which presents in poor conditions. Foreseeing the necessity of to obtain materials for future pavementation works of local ways and highways, it has like objective the mapping of soils deposits applicable in these works. This mapping was realized accord by the methodology proposed by Higashi (2006). The behavior presented by the soils was determined through geotechnical laboratory tests, proposed in MCT methodology (NOGAMY and VILLIBOR, 1995), in soils collected with basis in a preliminary geotechnical map and digital terrain model (DTM) created in SIG environment. The geotechnical map turned possible the identification of geotechnical units which were fixed georeferenced study points for the collect of soils samples. With the results obtained in the tests, was structured a data base that was indexed on the final geotechnical map. This map, like the digital terrain model, was generated in a geographic information system which is used too like environment for access to the cartographic and geotechnical data.

**Palavras-chave:** GIS, geotechnical mapping, pavementation, SIG, mapeamento geotécnico, pavimentação

### 1. Introdução

O crescimento das cidades brasileiras demanda a expansão da malha viária, visto os prejuízos causados pela ineficiência do sistema viário nacional. Neste sentido é indispensável a obtenção das matérias primas necessárias às obras de pavimentação, sobretudo de solos aplicáveis à esta finalidade.

No âmbito da pavimentação, a localização de jazidas de solo é um condicionante que influi diretamente sobre o projeto e conseqüentemente nos custos de qualquer obra, buscando-se sempre a exploração de jazidas de solo localizadas o mais próximo possível da obra que a requer.

Neste contexto, o presente trabalho propõe a utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicado ao mapeamento dos solos de Laguna - SC, buscando a estruturação de cartas que identifiquem as propriedades apresentadas pelos solos do município no que tange à aplicabilidade em obras de pavimentação.

O município de Laguna fica localizado na região sul do estado de Santa Catarina, e assim como toda a região, vem atravessando um período de elevado crescimento alavancado por substanciais investimentos na infra-estrutura de transportes local. No entanto, o município carece de um sistema viário que contemple todas as comunidades, inclusive as rurais, e que suporte o incremento de tráfego que atinge a cidade durante o verão, visto o potencial turístico da mesma.

Exposta esta realidade, o município passou a ser a área utilizada para a realização do presente estudo que visa a identificação e mapeamento de potenciais jazidas de solo do município aplicáveis à obras de pavimentação.

## 2. Caracterização da área de estudos

O município de Laguna está localizado no litoral sul do estado de Santa Catarina, na latitude 28°28'59''S e longitude 48°46'22''W de Greenwich. A população do município é de aproximadamente 50.000 habitantes e a área total é de 353km<sup>2</sup>. Desta área total, aproximadamente 130km<sup>2</sup> referem-se a lagoas e lagos, segundo dados oficiais do governo do estado.

Laguna limita-se a leste com o Oceano Atlântico, ao sul com o Município de Jaguaruna, a oeste com Tubarão, Capivari de Baixo e Gravatal e a norte com Imaruá e Imbituba. Encontra-se a 118km ao sul de Florianópolis, a capital do estado, e o principal acesso se dá pela rodovia BR 101, que corta o município nos sentidos longitudinal e transversal. A Figura 1 apresenta a localização do município.

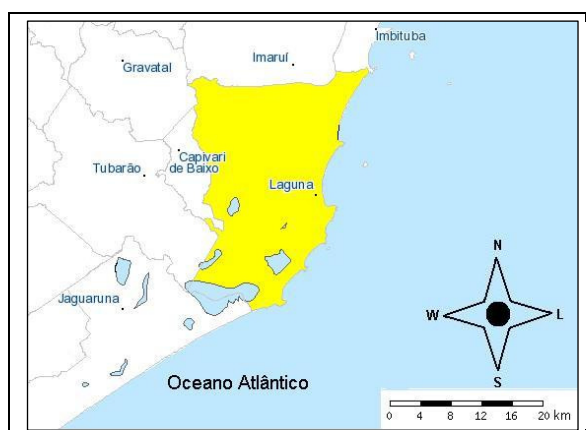


Figura 1. Localização do município de Laguna.

## 3. Metodologia de Trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido com base em parte de uma metodologia de mapeamento proposta por Higashi (2006). A Figura 2 apresenta o fluxograma das atividades que compuseram a execução deste estudo.

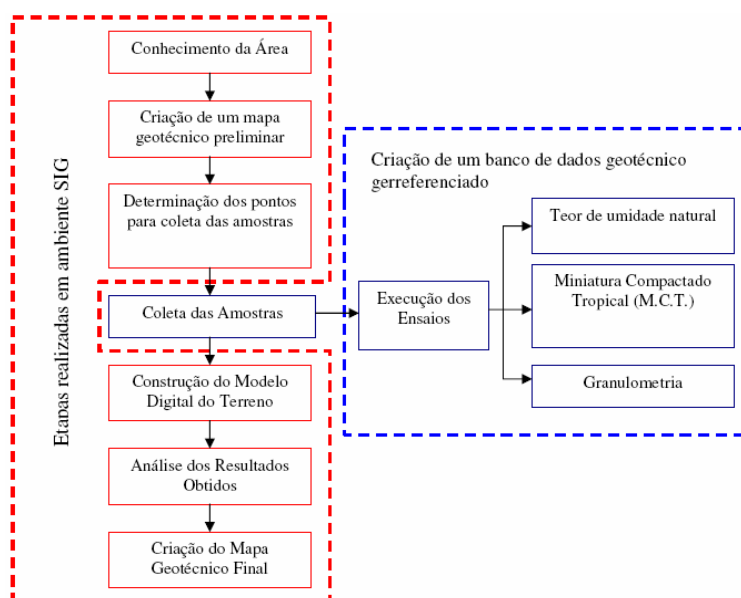


Figura 2. Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho.

Inicialmente, buscou-se um conhecimento da área de estudos, que foi obtido através de mapas de geologia, pedologia, vegetação e uso dos solos em escala 1:100.000, oriundos do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (1988). Foram realizadas também algumas inspeções in loco, com o auxílio de tradagens, objetivando a identificação de possíveis inconsistências presentes nos mapas, sobretudo nos mapas de solos e rochas. Com base nestes documentos construiu-se um mapa de estimativa de unidades litológicas.

Utilizando o SIG *ArcView 3.2*, através da ferramenta *overlay*, executou-se o cruzamento do mapa de estimativa de unidades litológicas e do mapa pedológico. Com este procedimento gerou-se um *mapa geotécnico preliminar*. Conforme a metodologia proposta por Davison Dias (1987), este mapa faz-se necessário à identificação e localização das unidades geotécnicas do município.

Uma vez identificadas estas unidades geotécnicas, foram definidos pontos de coleta de amostras de solo, denominados pontos de estudo. Nos polígonos que constituem as unidades geotécnicas consideradas mais representativas, foram executadas coletas de amostras de solo georreferenciadas. Estas coletas, em diversas profundidades, foram realizadas nos horizontes superficiais por meio de tradagens, e resultaram em 33 pontos de estudo espacialmente distribuídos.

Em laboratório, estas amostras de solo foram submetidas a ensaios de granulometria simplificada, limites de liquidez e plasticidade, normatizados pelas NBR 6459 e NBR 7180 e Miniatura Compactado Tropical (MCT), (NOGAMI e VILLIBOR, 1995).

O ensaio MCT é aplicado para a determinação do comportamento apresentado por solos tropicais em estado compactado. Através deste procedimento, podem ser avaliados parâmetros como: resistência a penetração, contração e expansão. Além disso, o ensaio possibilita a determinação do comportamento do solo quando inundado e resistência a compressão.

Dentre estas propriedades, as medidas de contração e penetração do mini-penetrômetro fornecem os parâmetros que aplicados na carta de classificação MCT, fornecem o grupo ao qual o solo pertence, e finalmente as características destes solos quando empregados para fins de infra-estrutura rodoviária.

Com os resultados obtidos nos ensaio de granulometria, limites de liquidez e plasticidade, foi possível também a classificação dos solos com base na metodologia HRB, que foi desenvolvida para categorização de solos quanto a aspectos relacionados ao comportamento apresentado em obras rodoviárias.

Após a obtenção destes dados, realizou a estruturação de um banco de dados georreferenciado em ambiente SIG. Este procedimento buscou agilizar a análise dos solos e fornecer os parâmetros aplicáveis a classificação dos mesmos. Tal classificação qualitativa foi realizada enquadrando os solos em quatro categorias: aplicáveis à pavimentação, aplicáveis com restrições à pavimentação, não aplicáveis à pavimentação e não estudados.

Para auxiliar na identificação de jazidas potenciais para a pavimentação, um Modelo Digital do Terreno do município foi construído a partir do mapa de curvas de nível do IBGE, realizado pelo Exército (CCAuEx – Cartografia Automatizada do Exército) em escala de 1:50.000 e curvas de 20 em 20m. A partir deste modelo digital foi possível a individualização dois grandes grupos de solos encontrados na localidade: os solos residuais de granito e os solos sedimentares. O MDT possibilitou ainda a estimativa do volume e da configuração topográfica das jazidas.

Corrigidas algumas incoerências existentes nos mapas base, identificadas na ocasião das saídas de campo muitas vezes em razão da escala de trabalho, foi estruturado o mapa geotécnico final em ambiente SIG. Este mapa apresenta polígonos de unidades geotécnicas locais e de pontos que representam as áreas de coleta de amostras, que estão indexados ao

banco de dados contendo informações importantes no que tange a aplicabilidade destes solos à obras de pavimentação.

#### 4. Resultados e Discussões

O SIG foi utilizado não só na estruturação dos mapas e banco de dados, mas também como plataforma para consulta aos mapas, uma vez que o acesso a estas informações se dá de forma simples. A Figura 3 apresenta o *layout* de acesso ao banco de dados do *software*.

Juntamente com os dados do ensaio, ao SIG foram indexadas fotos dos locais de coleta, possibilitando uma análise das características visuais dos solos. O acesso a estas informações é dado a partir dos pontos de estudo ou dos polígonos das unidades geotécnicas.

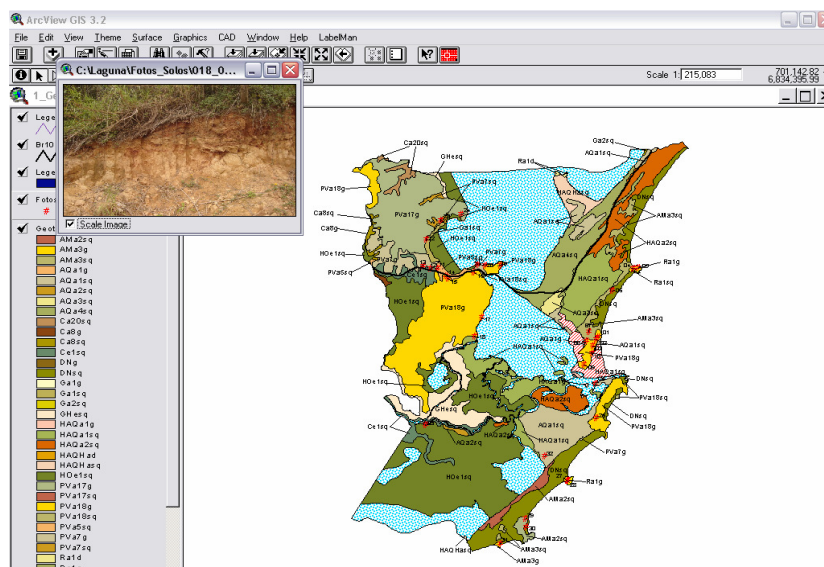


Figura 3. Acesso aos dados armazenados no SIG.

A Figura 4 apresenta o MDT da região de estudo. Este recurso pode ser aplicado na obtenção de informações acerca da topografia dos terrenos e do volume das jazidas que venham a existir.

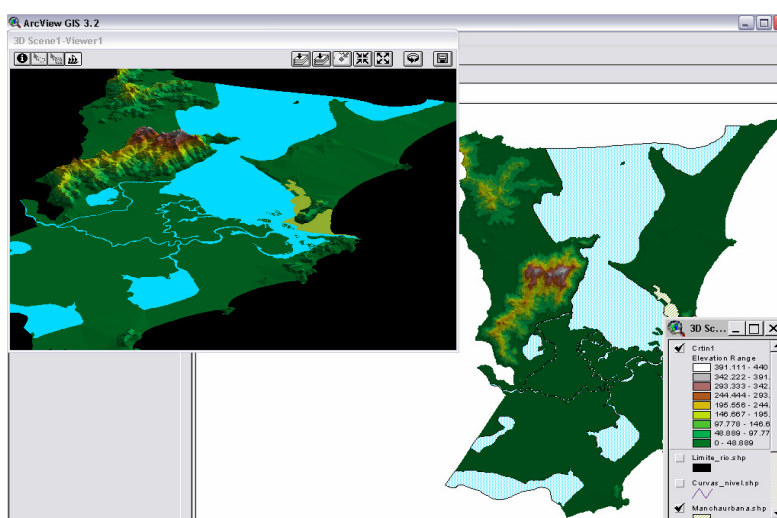


Figura 4. Modelo digital do terreno gerado em ambiente SIG.

Através deste mapeamento em SIG, foram observadas poucas jazidas potenciais para a pavimentação das vias. As elevações, delimitadas através do MDT, identificaram solos

residuais com comportamento compactado adequado, porém, com pouco volume ou localizado em áreas de restrição à exploração destas jazidas.

Outra característica importante a ser ressaltada é que os solos sedimentares eólicos são predominantes na região, e que também constituem em importante camada de aterros rodoviários, apesar de também ocorrer restrição em sua exploração.

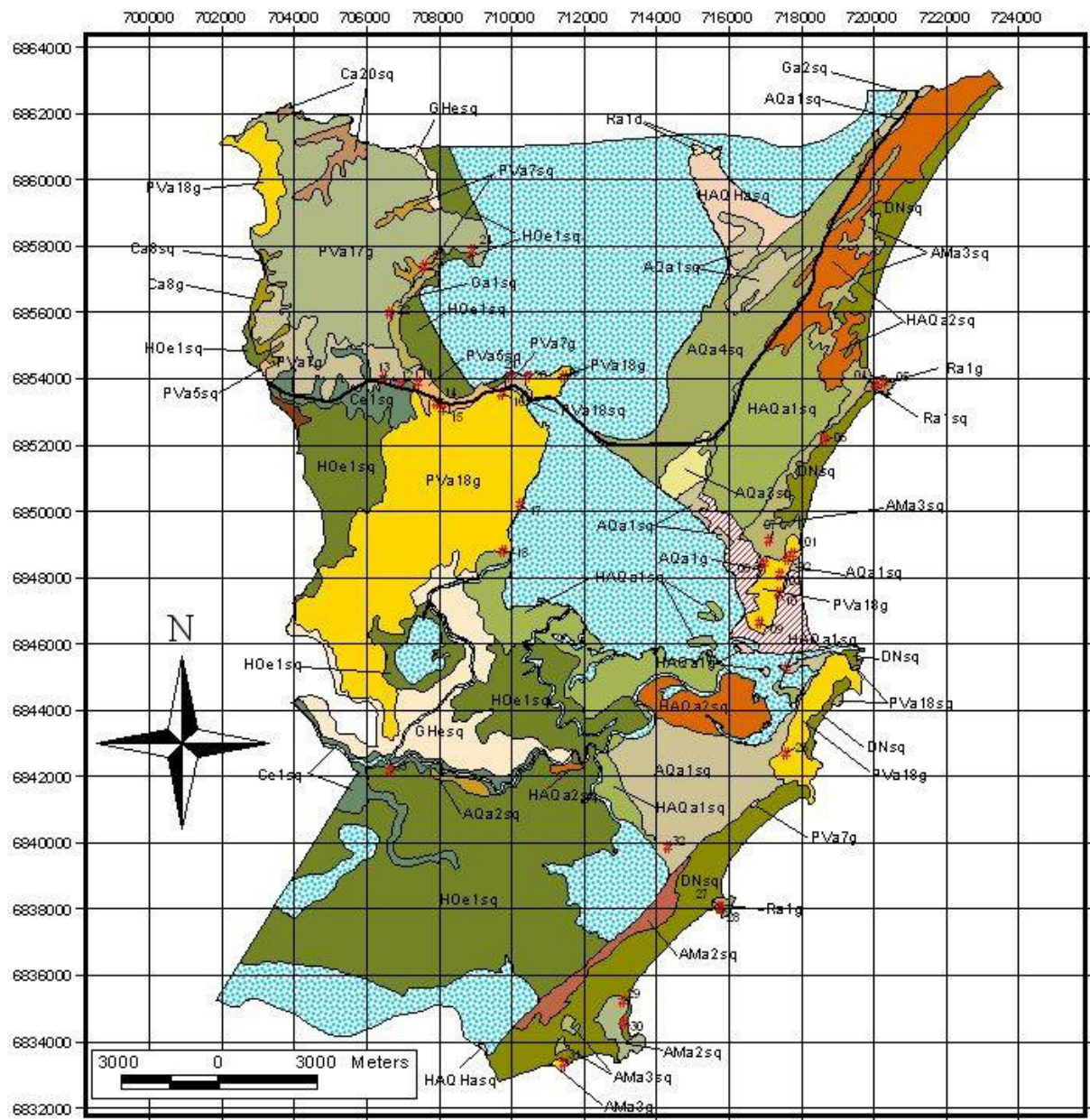
O mapa geotécnico final é apresentado na Figura 5, onde é possível observar algumas unidades geradas.

Através do mapa, observa-se que o Podzólico Vermelho-Amarelo (PVg) e o Cambissolo de substrato granito são os únicos solos residuais que surgem no mapa, e correspondem à uma área de ocorrência de 7,62 Km<sup>2</sup>.

Os demais solos identificados através do SIG são classificados como sedimentos quaternários e sua composição predominante é a areia. Estes solos são encontrados em todas as partes da localidade em questão e, geralmente, são hidromórficos, ou seja, apresentam lençol freático próximo à superfície.

O centro urbano apresenta sua ocupação próxima a uma grande jazida para a pavimentação, caracterizada como Pva18g. Apesar disso, devido à especulação imobiliária, estes terrenos apresentam elevados valores, o que inviabiliza a exploração como material de construção.

Realizando-se algumas análises de proximidade, verificou-se que as demais jazidas estão distantes, ou com uma logística inviável, pois mesmo com a proximidade de alguns solos residuais, estes não apresentam conexão através de vias terrestres, o que ressalta ainda mais a ampliação da malha viária do município.



**Legenda**

AMa2sq	Ca8g	HAQa1g	PVa18sq
AMa3g	Ca8sq	HAQa1sq	PVa5sq
AMa3sq	Ce1sq	HAQa2sq	PVa7g
AQa1g	DNg	HAQH ad	PVa7sq
AQa1sq	DNsq	HAQH asq	Ra1d
AQa2sq	Ga1g	H0e1sq	Ra1g
AQa3sq	Ga1sq	PVa17g	Ra1sq
AQa4sq	Ga2sq	PVa17sq	TEsq
Ca20sq	Ghesq	PVa18g	# Pontos de Estudo

Figura 5. Mapa geotécnico final.

## 5. Conclusões

Os solos do município de Laguna, apresentaram-se na maior parte casos, aplicáveis à obras de pavimentação com algumas restrições que atrelam seu uso a tomada de algumas medidas compensativas de possíveis deficiências que estes apresentem. Deve-se também avaliar os condicionantes ambientais para exploração destes recursos.

As elevações do município são ainda pouco exploradas, e localizam-se afastadas das áreas ocupadas. Os solos mais comumente encontrados são os sedimentares do quaternário, principalmente solos sedimentares eólicos. A mancha urbana localiza-se sob areias quartzosas de substrato sedimentos quaternários.

O fato de o município estar localizado no litoral restringe a exploração dos solos arenosos existentes próximos da costa, já que observando questões ambientais, esta intervenção poderia gerar modificações no ecossistema marinho local.

O SIG se apresentou como uma poderosa ferramenta a ser aplicada em mapeamentos, especialmente no âmbito geotécnico, possibilitando ainda a criação de bancos de dados e MDT. A realização de saídas de campo para verificação de inconsistências é extremamente necessária, já que o cruzamento de mapas gera unidades de natureza duvidosa.

O mapeamento em SIG tornou possível a localização de jazidas potencias permitindo que o comportamento destes solos, quando utilizados em obras rodoviárias, seja previsto. Isto agiliza o processo de seleção da jazida conveniente, como através de análises de proximidade entre obra/jazida, por exemplo.

As restrições existentes à utilização e acesso as jazidas existentes no município, torna necessário, por questões de planejamento, que se tenha conhecimento das áreas onde se faz possível a exploração, e quais as melhorias que devem ser feitas para que o acesso a estes locais possa ser mais facilmente realizado.

## 6. Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7180: Determinação do limite de plasticidade**, 1984.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6459: Determinação do limite de liquidez**, 1984.

Davison Dias. R. **Aplicação de pedologia e geotecnia no projeto de fundações de linhas de transmissão**. 1987. 309p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro. 1987.

Higashi. R. R. **Metodologia de uso e ocupação dos solos de cidades costeiras brasileiras através de SIG com base no comportamento geotécnico e ambiental**. 2006. 486p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

PNGC - Plano Nacional do Gerenciamento Costeiro, **lei N° 7.661 - Política nacional para os recursos do mar**, 1988,

Nogami, J. S.; Villibor D.F. **Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos**. São Paulo: Villibor, 1995, 240p