

# CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA WEB PARA ARMAZENAMENTO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

## **Ricardo Burg Machado**

Estudante/Pesquisador do curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Pampa  
ricardoburgmachado@gmail.com

## **João Pablo Silva da Silva**

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia de Software, Universidade Federal do Pampa  
joaosilva@unipampa.edu.br

## **Magnos Baroni**

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia civil, Universidade Federal do Pampa  
magnosbaroni@unipampa.edu.br

**Resumo.** Atualmente no Brasil existe uma grande demanda por obras civis e de infra-estrutura, sendo que estas muitas vezes ocorrem em áreas inexploradas, cujos solos apresentam baixa capacidade de suporte e alta compressibilidade. A realização de projetos nessas áreas exige a obtenção de parâmetros geotécnicos confiáveis e representativos dos solos. Diante desse contexto, foi desenvolvido o Sistema para Análise e Processamento de Parâmetros Geotécnicos das Argilas Moles Brasileiras (SAPPGAM). Esta ferramenta permite aos usuários cadastrar os resultados de ensaios geotécnicos para serem disponibilizados em um mapa, a partir disso, os ensaios ficam disponíveis para todos os usuários possibilitando a geração de gráficos com resultados dos parâmetros cadastrados no banco de dados.

**Palavras-chave:** SIG, Sistema web, Parâmetros Geotécnicos.

## **1. INTRODUÇÃO**

A geotecnia figura com uma das principais áreas da Engenharia Civil, ela estuda o projeto e execução de obras de terra, como por exemplo: estradas, pontes, barragens, portos e aeroportos, Lambe & Whitman, 1979, Ortigão, 1993.

A crescente demanda de obras civis em grandes centros urbanos requer a construção em áreas de solos compressíveis, também

chamados de argilas moles, que são comumente encontrados ao longo de toda a costa brasileira, Almeida & Marques, 2010; Coutinho, 2008; Schnaid, 2009. Do ponto de vista geotécnico, a realização de estudos aprofundados e de qualidade da formação, natureza e composição das argilas moles são extremamente complexos.

A utilização de um banco de dados local, onde são agrupados todos os dados de ensaios de campo e laboratório possibilita a determinação de correlações empíricas que podem ser utilizadas em projetos geotécnicos e na complementação de informações necessárias para a realização de projetos que atendam as normativas e a boa técnica da engenharia. A utilização de ferramentas computacionais é uma opção promissora para promover uma melhor visualização, interpolação e análise dos dados desses solos.

Com base no exposto, neste trabalho são apresentados os primeiros resultados do desenvolvimento de um software web intitulado Sistema para Análise e Processamento de Parâmetros Geotécnicos das Argilas Moles Brasileiras (SAPPGAM), onde é possível acessar via web um banco de dados geotécnico, plotar e analisar gráficos com propriedades representativas do subsolo em estudo.

## **2. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA**

Atualmente no mercado existem diversos softwares baseados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), entre os mais utilizados estão o ArcGIS e o SPRING. O ArcGIS é um sistema que possui uma gama de funcionalidades para trabalhar com mapas e informações geográficas, (Software ArcGIS, 2013). Já o SPRING possui funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a banco de dados espaciais, (Software SPRING, 2013).

O software de geoprocessamento apresentado neste trabalho encontra-se em desenvolvimento e está sendo concebido como um banco de dados digital (SIG) para o armazenamento, interpretação e geração de parâmetros geotécnicos oriundos de ensaios de campo e laboratório em solos argilosos.

O desenvolvimento do sistema SAPPGAM foi baseado na metodologia de desenvolvimento de *software* Iterativa e Incremental, possibilitando assim que todas as etapas (Análise, Projeto, Implementação e Testes) fossem executadas de forma concorrente. Dessa forma, todos os artefatos podem sofrer modificações/atualizações em diferentes momentos do desenvolvimento.

Foram utilizados diagramas de casos de usos, que segundo Nunes e O'Neill (2003), servem para identificar as fronteiras do sistema e descrever os serviços (*use cases*) que devem ser disponibilizados a cada um dos diversos utilizadores (atores). No modelo de casos de uso, foram identificados dois atores, o Administrador e o usuário Comum que possuem diferentes níveis de acesso.

O administrador é quem possui acesso a todas as funcionalidades, entre elas: Gerar gráfico a partir dos resultados dos ensaios; fazer *login* (acessar o sistema); incluir ensaio que consiste em permitir o usuário carregar e registrar os dados de ensaios no sistema; extrair dados dos ensaios e Gerenciar Usuários (incluir, editar, excluir e buscar) para acesso ao sistema. De maneira limitada,

o usuário Comum, tem permissão apenas ao acesso ao sistema (*login*) e a geração de gráficos, como pode ser visto na Fig. 1.

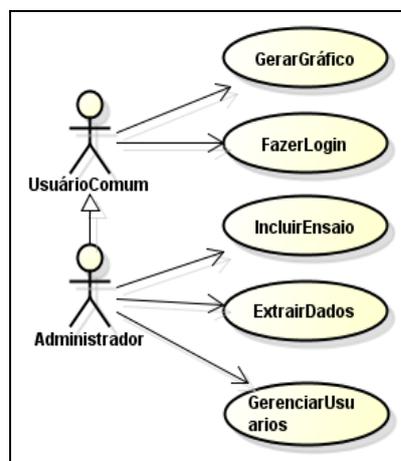


Figura 1. Modelo de casos de uso.

No projeto do sistema foi desenvolvido o diagrama de classes<sup>1</sup> possibilitando uma visão da solução ainda antes de ser implementada, apresentado na Fig. 2. Com a adoção da arquitetura em Camadas (camada de Informações, Intermediária e de Cliente), do ponto de vista da Engenharia de *Software*, foi possível diminuir o acoplamento, sendo que cada camada contém um conjunto de responsabilidades de sistema, dessa forma é possível modificar uma camada sem acarretar modificações nas demais.

O sistema foi desenvolvido em uma plataforma WEB, permitindo a atualização de seu conteúdo de maneira simples e rápida, ou seja, toda vez que foi inserido um novo ensaio, todos os usuários do sistema terão acesso ao mesmo. Com a finalidade de mostrar a exata localização dos ensaios com sua latitude/longitude, foi incorporado ao sistema por meio da Interface de Programação de Aplicativos (API) Google Maps um mapa, que por sua vez permite representar os ensaios com os componentes gráficos *Markers*.

Para fazer o armazenamento de todos os dados dos ensaios, é utilizado o Sistema de

<sup>1</sup> Os diagramas de Classes e Casos de Uso, foram confeccionados com o auxílio do software Astah. <http://astah.net/>

Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) *MySQL*. A troca de dados entre o sistema e este BD é feita por meio de requisições *GET* e *POST* pela linguagem de programação PHP. Por exemplo, toda vez que o usuário

acessa o sistema, seus dados de *login* são processados pelo sistema e esses são comparados com os dados do BD.

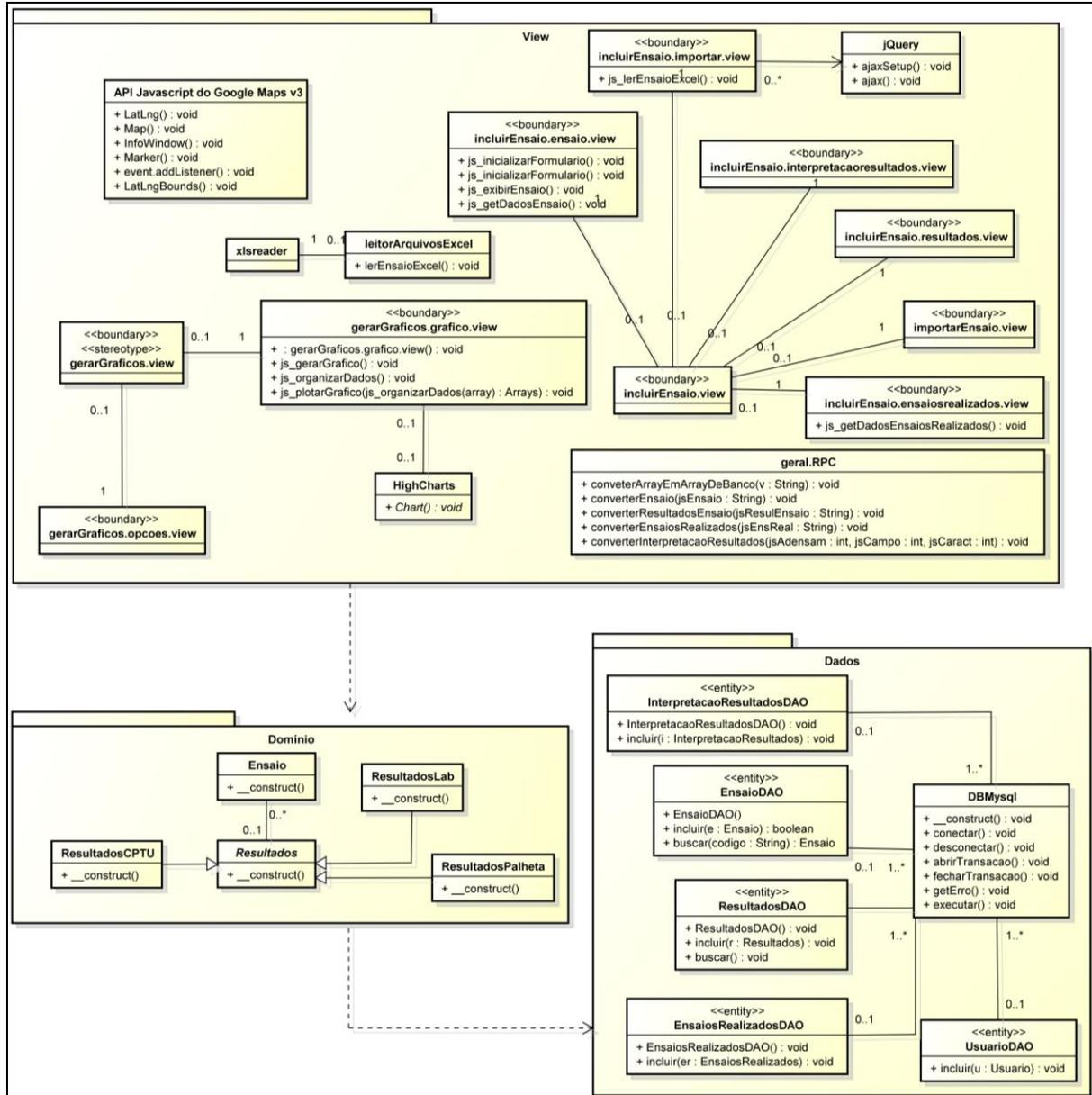


Figura 2. Diagrama de classes.

### 3. RESULTADOS

O *software* desenvolvido é uma ferramenta de acesso via WEB, possibilitando ao usuário cadastrar e armazenar parâmetros de ensaios geotécnicos em um banco de dados e mostrar

a localização dos ensaios em um mapa através de suas coordenadas geográficas, Fig. 3. Como uma ferramenta de análise, possibilita a geração de gráficos de forma dinâmica pelo usuário, onde é possível comparar parâmetros de diferentes locais e profundidades. Na Fig. 4, são comparados em 2 diferentes sítos e diversas

profundidades os valores da densidade real dos grãos

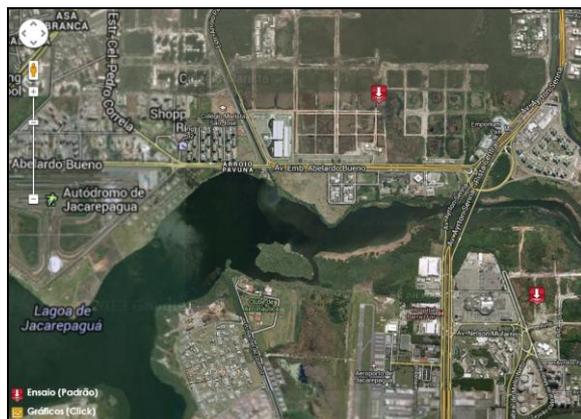


Figura 3: Mapa com os ensaios.

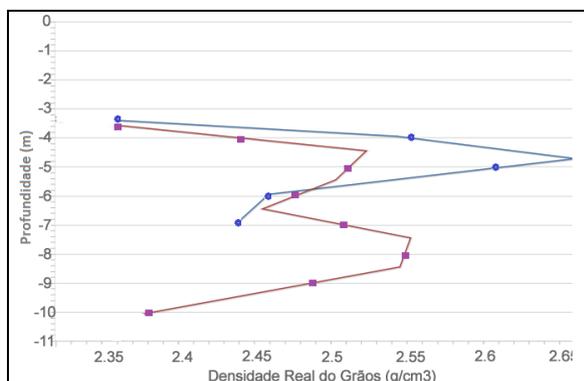


Figura 4: Densidade real dos grãos versus profundidade

#### 4. CONCLUSÕES

Com o sistema SAPPGAM em funcionamento, pode-se constatar sua grande utilidade, pois foi possível suprir as principais necessidades impostas pelos usuários, entre elas o armazenamento e disponibilização de dados de forma global, a partir da implantação via plataforma WEB.

A utilização do software para a comparação direta entre parâmetros geotécnicos obtidos em diferentes locais possibilita que estes possam ser utilizados como valores característicos em pré-projetos e dão maior confiabilidade aos dados utilizados em projetos em regiões próximas.

A fim de encontrar novas correlações de parâmetros para serem inseridas ao sistema e

validar algumas correlações geotécnicas recomendadas pela literatura, será aprimorada a funcionalidade de exportação de dados dos gráficos, possibilitando a aplicação de técnicas estatísticas e de mineração de dados no BD desenvolvido.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. S. S. MARQUES, M.E.S. - *Aterros sobre solos moles - projeto e desempenho*. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2010. v. 1. 254 p.

ALMEIDA, M.S.S., MARQUES, M.E.S., BARONI, M. (2010). Geotechnical parameters of very soft clays obtained with CPTU compared with other site investigation tools. *2nd International Symposium on Cone Penetration Testing, CPT'10*, Huntington Beach, California, USA.

BARONI, M. E ALMEIDA, M.S.S. (2012). *In situ and laboratory parameters of extremely soft organic clay deposits*. In: 4th International Conference on Geotechnical and Geophysical Site Characterization (ISC'4), Porto de Galinhas, Brazil.

LAMBE, T. AND WHITMAN, R. V. *Soil Mechanics, SI version*. New York: John Wiley & Sons Inc, 1979. 553p.

ORTIGÃO, J.A.R. (1993). *Introdução à Mecânica dos Solos dos Estados Críticos*. Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, Rio de Janeiro, 368p.

SOFTWARE ArcGIS. Disponível em: <<http://www.arcgis.com/about/features.html>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

SOFTWARE SPRING. Disponível em: <<http://www.spring.org.br>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

NUNES, M.; O'NEILL, H. *Fundamental de UML*. 7ª ed., Editora FCA, 2011.