

**DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE ITERATIVO EM PYTHON PARA
RECONHECIMENTO DE SOLO DA ÁREA ESCOLHIDA PELO USUÁRIO NA
CIDADE DE VOTUPORANGA-SP.**

Bruno Henrique Serpa Palmieri

Graduando em Engenharia Civil IFSP – Campus Votuporanga

Cristiane Prado Marin

Mestra em Ciência e Engenharia de Materiais/USP – São Carlos

Docente do curso de Engenharia Civil do IFSP – Campus Votuporanga

RESUMO

O estudo preliminar do solo é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de uma obra, envolvendo métodos como o ensaio SPT (*Standard Penetration Test*). No entanto, muitas obras negligenciam a importância desse estudo, resultando em estruturas dimensionadas de maneira incorreta e problemas futuros. Nesse contexto, foi desenvolvido um software iterativo que usa informações de um banco de dados próprio (relatórios de sondagem) e as apresenta nas respectivas regiões de ocorrência no município de Votuporanga/SP. Dessa forma, por meio do aplicativo, o usuário pode visualizar o mapa da cidade e conhecer relatórios de sondagem já realizados na área de interesse. O software visa auxiliar as empresas de sondagem na escolha adequada do método e ferramentas para a execução do ensaio, ao fornecer conhecimento prévio sobre as características do solo local. A programação em Python permite a automatização do processo, garantindo uma fácil interpretação para os usuários. Espera-se que o aplicativo contribua para a melhoria dos procedimentos de reconhecimento de solos na cidade de Votuporanga, além de fornecer informações específicas sobre o solo em uma determinada região, facilitando a adoção de melhores práticas e ferramentas.

Palavras-chave: Estudo preliminar do solo; Ensaio SPT; Software iterativo; Reconhecimento de solos.

**DEVELOPMENT OF AN ITERATIVE SOFTWARE IN PYTHON FOR SOIL
RECOGNITION IN USER-SELECTED AREAS IN VOTUPORANGA-SP.**

ABSTRACT

Preliminary soil study is a fundamental stage in the development of a construction project, involving methods such as the Standard Penetration Test (SPT), as regulated by the ABNT NBR 6484 (2020) and ABNT NBR 8036 (1983) standards. However, many projects neglect the importance of this study, resulting in incorrectly dimensioned structures and future problems. In this context, an iterative software was developed that uses information collected from a database

and provides general soil analyses based on the ABNT NBR 6484 (2020) standards in different regions of Votuporanga. The software aims to assist geotechnical companies in making appropriate choices regarding methods and tools for conducting soil tests by providing prior knowledge about local soil characteristics. The use of Python programming enables the automation of the process, ensuring accurate results and easy interpretation for users. It is expected that this technological advancement will contribute to a proper understanding of the standards and improvement in soil recognition procedures, while also providing specific information about the soil in a given region, thus facilitating the adoption of best practices and tools.

Keywords: Preliminary soil study; SPT test; Iterative software; ABNT standards; Soil recognition.

INTRODUÇÃO

O estudo preliminar do solo é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de qualquer obra. Ele envolve a aplicação de métodos e ensaios, como o ensaio SPT (*Standard Penetration Test*), conforme estabelecido pelas normas ABNT NBR 6484 (2020) e ABNT NBR 8036 (1983). Essas normas são responsáveis por definir os procedimentos adequados para a realização do ensaio, visando obter informações essenciais sobre as características do solo, como os tipos encontrados em diferentes profundidades, a posição do nível d'água e os índices de resistência à penetração.

No entanto, é comum observar a negligência em relação à importância desse estudo preliminar do solo em muitas obras. Como resultado, obtemos estruturas dimensionadas de forma inadequada, acarretando problemas futuros, como assentamentos diferenciais, recalques excessivos e até mesmo colapsos. Esses problemas podem levar a custos adicionais de reparo, atrasos na conclusão da obra e comprometimento da segurança das estruturas.

Diante desse contexto, buscou-se nesse trabalho o desenvolvimento de um software iterativo que visa facilitar e aprimorar o estudo preliminar do solo. O software coleta as informações a partir de um banco de dados próprio (alimentado por relatórios de sondagem disponibilizados) e fornece essas informações para diferentes regiões do município de Votuporanga/SP (Figura 1), localizado no interior do estado de São Paulo.

Figura 1: Representação da região de Votuporanga-SP.



Fonte: Google Maps.

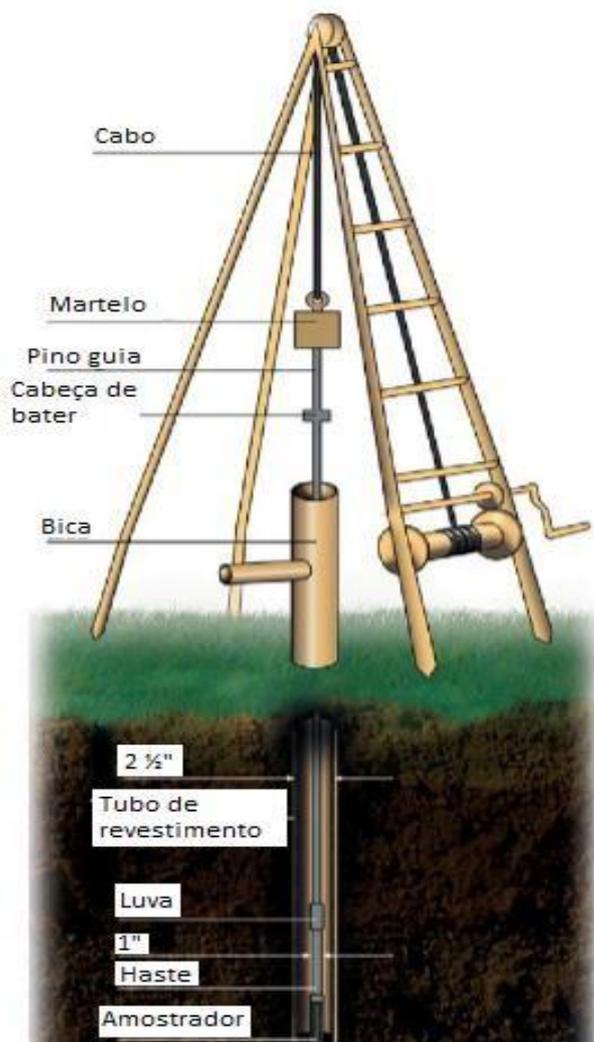
A utilização da programação em Python permite a automatização do processo, garantindo resultados precisos e uma fácil interpretação para os usuários. O software processa os dados coletados, realiza os cálculos e apresenta os resultados de forma clara e objetiva. Além disso, é possível gerar relatórios simplificados.

As informações fornecidas pelo software sobre o solo em uma determinada região, facilita a adoção de melhores práticas e ferramentas por parte das empresas responsáveis pelo estudo preliminar do solo.

Relatórios de sondagem SPT

A Sondagem de Simples Reconhecimento à Percussão (SPT) é o ensaio mais executado no mundo com a finalidade de investigação do solo e constitui-se em uma medida de resistência dinâmica em conjunto com uma sondagem de simples reconhecimento (SCHNAID; ODEBRECHT, 2012). A Figura 2 ilustra a realização do ensaio.

Figura 2- Equipamento de sondagem SPT



Fonte: Adaptado de Schnaid e Odebrecht (2012)

Além de oferecer informações a respeito dos tipos de solos encontrados camada a camada e da posição do nível do lençol freático o ensaio fornece o valor NSPT que é o número de golpes necessários para fazer o amostrador penetrar 300 mm, após uma cravação inicial de 150 mm (SCHNAID; ODEBRECHT, 2012).

De acordo com a norma ABNT NBR 6484 (2020) os resultados das sondagens devem ser apresentados em relatórios numerados, datados e assinados por profissional qualificado. A Figura 3 apresenta um modelo de relatório de sondagem.

Linguagem de programação Python

A linguagem de programação Python é amplamente utilizada no desenvolvimento de softwares devido à sua versatilidade, simplicidade e eficiência, além de uma extensa gama de bibliotecas que permitem ao desenvolvedor diversas integrações entre diferentes funções. Esses fatores contribuem para a geração de diversos conteúdos educacionais voltados ao uso correto desse tipo de programação.

No desenvolvimento de softwares, de acordo com Lutz e Ascher (2007) a programação em Python permite que os desenvolvedores alcancem funções complexas com códigos bem menores quando comparados a outros tipos de linguagem, se destacando pela sua capacidade de lidar com grande quantidade de dados e realizar operações complexas de forma eficiente. Python também é multiplataforma, aumentando a portabilidade e possibilitando a execução em quase todos os sistemas operacionais. Já no quesito escalabilidade (potencial de melhoramento, viabilidade do estudo ser realizado em outras cidades, por exemplo), destaca-se a capacidade de desenvolver projetos extensos e complexos, envolvendo diversas bibliotecas distintas.

Outro ponto muito importante, é a capacidade de criar um arquivo executável a partir do código fonte do projeto, permitindo o acesso em qualquer computador, independentemente de ter o Python instalado. Isso possibilita a distribuição do software para diversos usuários, aumentando a acessibilidade.

Durante o desenvolvimento de um projeto o terminal de programação, disponível para download no site oficial (Python 2023), pode fornecer informações detalhadas sobre erros em linhas específicas de código. Quando ocorre um erro durante a execução do código, o interpretador Python exibe uma mensagem de erro que geralmente inclui o tipo de erro, uma descrição do problema e a linha do código-fonte onde o erro ocorreu. Essas informações possibilitam a identificação e correção de erros de programação de maneira facilitada, pois direcionam diretamente para a linha problemática.

Em resumo, a programação em Python é uma excelente opção para o desenvolvimento de softwares, graças à sua sintaxe clara, bibliotecas abrangentes e comunidade ativa, atendendo às necessidades de diversos tipos de aplicações.

METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento do software em Python envolveu diversas etapas e procedimentos.

Inicialmente foi realizada uma análise normativa do método de sondagem SPT, bem como entrevistas com os potenciais usuários do software a fim de coletar informações. Isso incluiu a compreensão das normas ABNT NBR 6484 (2020) e ABNT NBR 8036 (1983), que tratam do ensaio SPT e as diretrizes para o reconhecimento de solos. Essa etapa permitiu identificar as principais funcionalidades e recursos que o software deveria oferecer, como a análise de parâmetros geotécnicos, a visualização de perfis de sondagem e a interpretação de relatórios técnicos. Após a definição dos requisitos, foi realizado um estudo sobre as melhores práticas e técnicas para o desenvolvimento do software iterativo em Python. Foram pesquisados *frameworks* e bibliotecas adequadas para processamento de dados geotécnicos e visualização de resultados. A escolha do Python como linguagem principal de desenvolvimento se deu por sua flexibilidade, vasta comunidade de suporte e ampla gama de bibliotecas disponíveis.

Em seguida, ocorreu a coleta e organização dos dados geotécnicos necessários para o software. Foram obtidos relatórios de sondagem SPT de diferentes locais em Votuporanga/SP, sendo disponibilizados por empresas e pessoas interessadas em contribuir com a pesquisa e desenvolvimento do software, abrangendo uma variedade de tipos de solo e condições geotécnicas. Esses dados foram tratados e armazenados em um banco de dados, que permitiu a rápida recuperação e processamento das informações durante a análise.

A programação do software foi realizada em etapas iterativas, seguindo um cronograma subdividido em etapas. Foram criadas classes e funções para a leitura e processamento dos dados de sondagem. Além disso, foram desenvolvidos algoritmos que permitem a iteração do usuário com o software por meio de um mapa.

Para garantir a qualidade do software, foram realizados testes unitários e testes de integração em cada etapa do desenvolvimento. Isso incluiu a verificação dos cálculos, a validação dos resultados obtidos com casos de sondagens reais e a verificação da interface do software, garantindo sua usabilidade e facilidade de uso.

Por fim, foi realizada a validação do software comparando as informações inseridas, região a região. Essa validação permitiu verificar a precisão e confiabilidade dos resultados gerados pelo software e sua conformidade com as normas técnicas vigentes, bem como sua adequação às necessidades e requisitos dos usuários e empresas

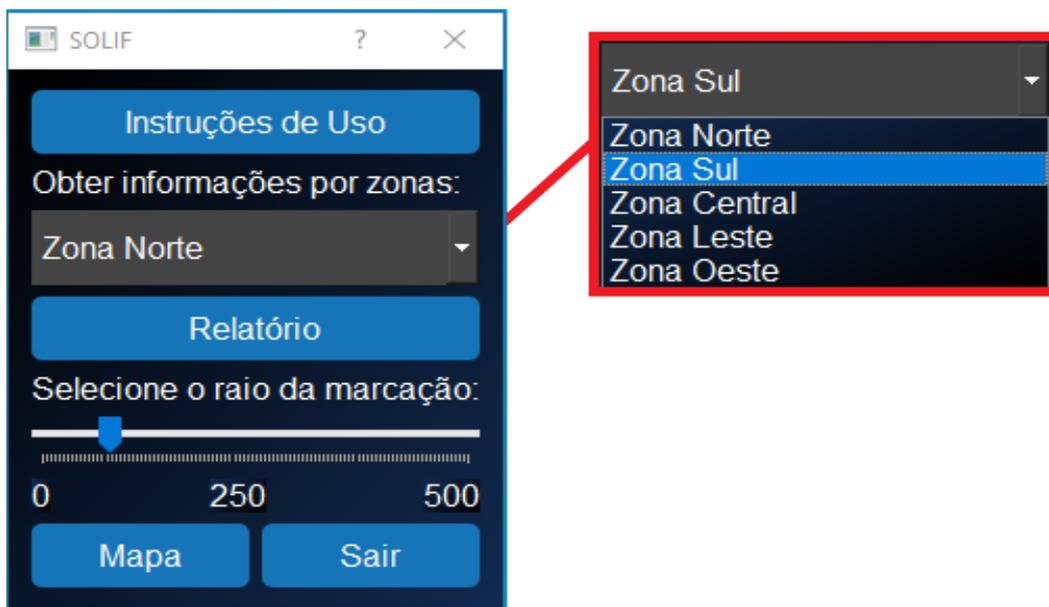
de sondagem.

Além disso, pretende-se realizar testes de usabilidade com os colaboradores do projeto da área de engenharia civil e geotecnia, visando a coleta de feedbacks e sugestões para aprimoramento do software e torná-lo mais intuitivo e amigável aos usuários. Os comentários serão recebidos e analisados pelos canais de contatos disponíveis na página “Instruções de Uso” do software.

RESULTADOS

A primeira tela de acesso do software está apresentada na Figura 4. Nela, o usuário tem acesso às INSTRUÇÕES DE USO; RELATÓRIO e MAPA. Como pode ser observado, as informações podem ser selecionadas por zonas da cidade, sendo elas Zona Norte, Zona Sul, Zona Central, Zona Leste e Zona Oeste. A separação por zonas seguiu as divisões apresentadas na Figura 5.

Figura 4 - Interface do software mostrando a seleção das áreas.



Fonte: Próprio autor (2023)

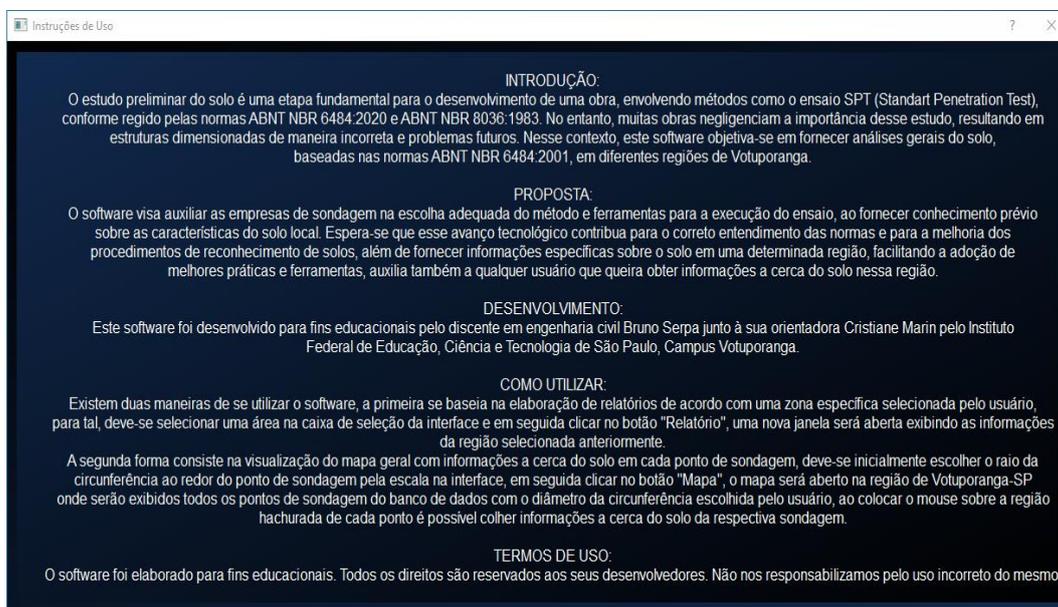
Figura 5 – Divisões por zonas na região de Votuporanga.



Fonte: A Cidade Votuporanga (2023)

Ao clicar em INSTRUÇÕES DE USO, o usuário irá visualizar a tela mostrada na Figura 6. Para facilitar a leitura, o conteúdo referente a essa tela é apresentado no Quadro 1.

Figura 6 - Tela de instruções de uso do software



Fonte: Próprio autor (2023)

Quadro 1: Informações a respeito das instruções de uso do software

INTRODUÇÃO	O estudo preliminar do solo é uma etapa fundamental para o desenvolvimento de uma obra, envolvendo métodos como o ensaio SPT (<i>Standard Penetration Test</i>), de acordo com as normas ABNT NBR 6484 (2020) e ABNT NBR 8036 (1983). Muitas obras negligenciam a importância desse estudo, resultando em estruturas dimensionadas de maneira incorreta e problemas futuros. Neste contexto, esse software tem o objetivo de fornecer informações de sondagens já realizadas em diferentes regiões no município de Votuporanga /SP possibilitando uma projeção das características do solo na região avaliada.
OBJETIVO	O software visa auxiliar as empresas de sondagem na escolha adequada do método e ferramentas para a execução do ensaio, ao fornecer conhecimento prévio sobre as características do solo local.
DESENVOLVIMENTO	Este software foi desenvolvido para fins educacionais pelo discente em Engenharia Civil Bruno Serpa sob orientação da professora Cristiane Prado Marin, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Votuporanga.
COMO UTILIZAR	Existem duas maneiras de se utilizar o software: a primeira se baseia na elaboração de relatórios de acordo com uma zona específica selecionada pelo usuário. Para tal, deve-se selecionar uma área na caixa de seleção da interface e, em seguida, clicar no botão RELATÓRIO. As informações da área são referentes a valores médios obtidos pelos relatórios de sondagem cadastrados na região selecionada. A segunda forma consiste na visualização do mapa geral com informações a respeito do solo em cada ponto de sondagem. Deve-se, inicialmente, escolher o RAIO DA MARCAÇÃO (ver Figura 4) que define uma área no mapa com o ponto de sondagem localizado no centro (círculos na Figura 8). Em seguida, clicar no botão MAPA, exibindo um mapa do município de Votuporanga com todos os pontos de sondagem cadastrados. Ao aproximar o cursor sobre o círculo que delimita o ponto de sondagem é possível verificar informações pontuais do relatório de sondagem do ponto.
TERMOS DE USO	O software foi elaborado para fins educacionais. Todos os direitos são reservados aos seus desenvolvedores. Não nos responsabilizamos pelo uso incorreto do mesmo.

Selecionando a região pelo software e clicando em RELATÓRIO, é possível colher informações resumidas sobre a zona escolhida, sendo essas a quantidade de relatórios obtidos para a área escolhida, uma média dos valores de nível d'água e valores de N_{spt} (número do SPT obtido), conforme apresentado na Figura 7.

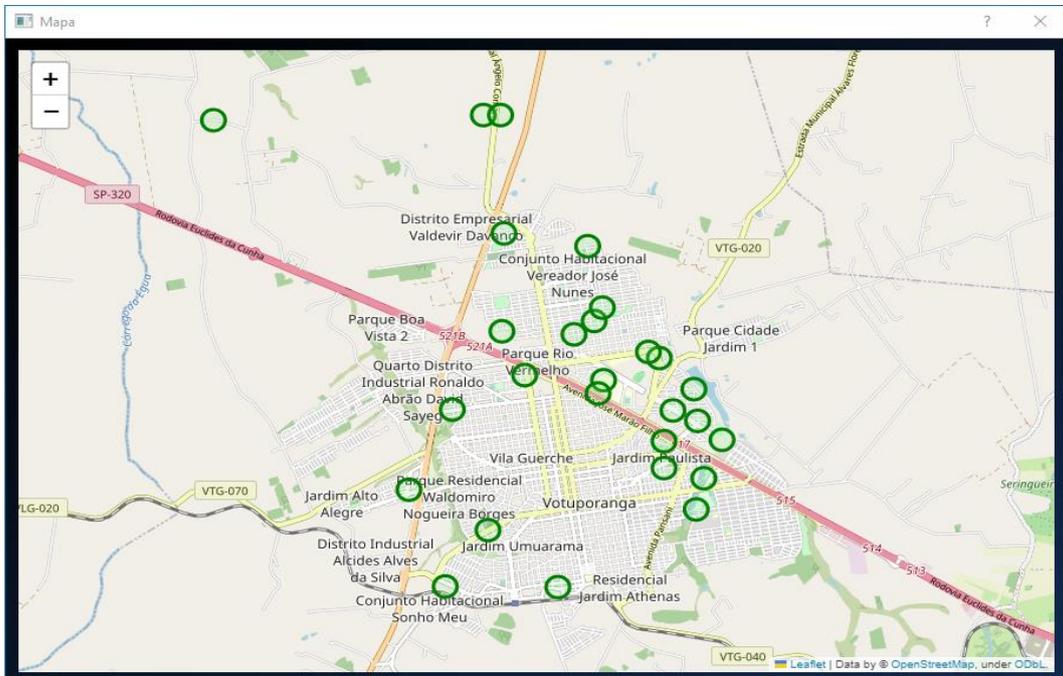
Figura 7 - Mapa com a exibição de marcadores referentes aos pontos de sondagem.



Fonte: Próprio autor (2023)

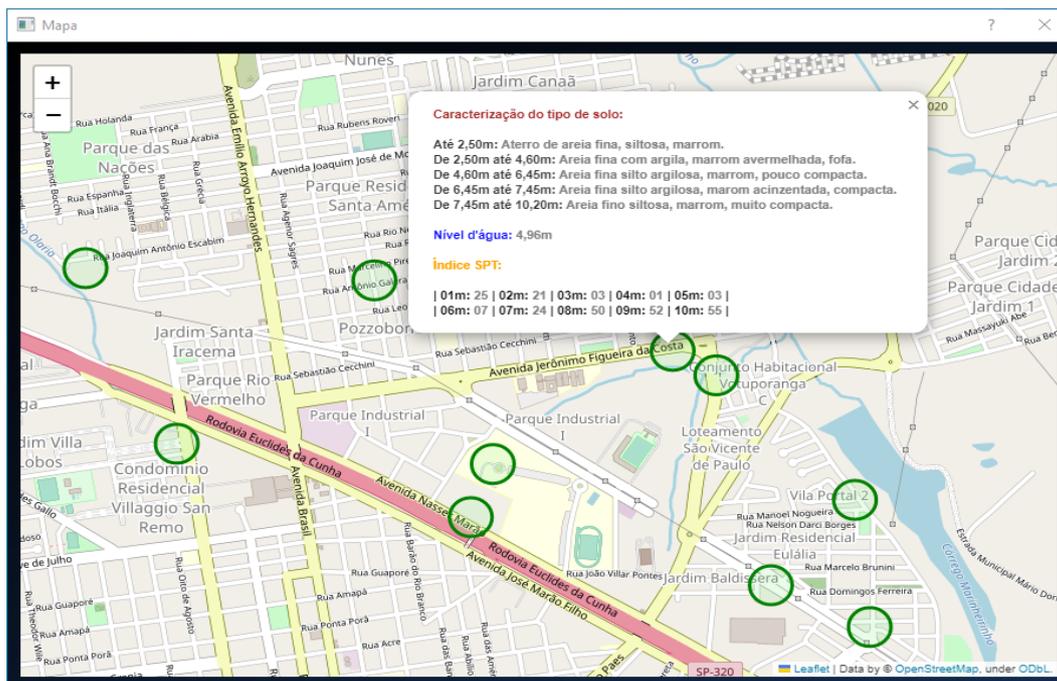
Na Figura 8 é exibida a tela do software após a geração do mapa, apresentando todos os pontos cadastrados delimitados pelos círculos criados em função do raio de marcação. Ao clicar em um ponto de interesse uma caixa de informação irá aparecer apresentando as informações mais importantes cadastradas no ponto (Figura 9).

Figura 8 - Mapa com a exibição de marcadores referentes aos pontos de sondagem.



Fonte: Próprio autor (2023)

Figura 9: Mapa com a exibição das informações referentes ao ponto de sondagem escolhido.



Fonte: Próprio autor (2023)

O software está locado gratuitamente no grupo de pesquisa NEV (Núcleo de Engenharia Virtual) do campus Votuporanga/SP, no seguinte endereço virtual: <https://vtp.ifsp.edu.br/nev/>.

CONCLUSÕES

Por meio da automatização do processo e da aplicação de normas técnicas, o software desenvolvido possibilita uma análise abrangente e precisa das características do solo em diferentes regiões de Votuporanga. A integração de informações disponibilizadas no mapa proporciona aos usuários uma melhor compreensão das condições do solo antes da execução de uma obra, facilitando o planejamento para a investigação geotécnica.

É importante destacar que o software auxilia antecipando algumas características possíveis para o solo na região considerada, porém, não substitui um estudo de sondagem particularizado.

Espera-se que o software iterativo continue a ser aprimorado e adotado pelas empresas do setor, ampliando os benefícios proporcionados pelo correto reconhecimento de solos. Além disso, o projeto pode ser estendido para diferentes localidades, não se limitando apenas ao município de Votuporanga. Se houver um banco de dados com informações relacionadas à sondagem SPT, pode-se desenvolver análises e obter resultados de qualquer região em estudo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484:2020. Solo: **Sondagem de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8036:1983. **Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios**. 1983.

FUNDESP - Fundações Especiais Ltda. Jandira/SP: Fundesp, 1999.

LUTZ, Mark; ASCHER, David. **Aprendendo Python**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007

PYTHON. 2001-2023. Disponível em: <https://www.python.org/>. Acesso em: [03/07/2023].

SCHNAID, Fernando; ODEBRECHT, Edgar. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. p.226