

Espacialização do Subsolo com Dados de Sondagens a Percussão e Mista Através do Software RockWorks

Vinícius Resende Domingues

Centro Universitário de Brasília, Brasília, Brasil, vinicius.rdomingues@gmail.com

Neusa Maria Bezerra Mota

Centro Universitário de Brasília, Brasília, Brasil, neusamota@bmsengenharia.com.br

RESUMO: A Engenharia Geotécnica conta com ferramentas de alto padrão para obter precisão no reconhecimento do subsolo. A espacialização estratigráfica fornece dados valiosos para as obras e possibilita o reconhecimento prévio de possíveis dificuldades nas fases de projeto e execução. O estudo em questão abrange o reconhecimento do subsolo de dois empreendimentos, situados no Distrito Federal, totalizando aproximadamente 60.000 m² onde foram realizadas 47 (quarenta e sete) sondagens a percussão e 7 (sete) sondagens mistas. O software RockWorks, desenvolvido pela RockWare, possibilitou utilizar os dados das sondagens para gerar mapas hipsométricos, corte no terreno e modelos de resistência a penetração (N_{SPT}) em duas e três dimensões. A apresentação dos dados supracitados acarreta em informações refinadas, através de modelos que podem ser facilmente interpretados, o que permite ao engenheiro geotécnico combinar precisão, segurança e economia.

PALAVRAS-CHAVE: Espacialização, Sondagem, RockWorks.

1 INTRODUÇÃO

Os desafios propostos a geotecnia tornaram a modelagem tridimensional uma importante ferramenta para o reconhecimento do subsolo. Isso porque o software permite a interpolação de resultados obtidos nas investigações geotecnicas, obtendo-se modelos das camadas de solo e rocha que serão trabalhadas nas obras de geotecnia.

O reconhecimento do subsolo é fundamental para a escolha do tipo de fundação e o correto dimensionamento da subestrutura. Dessa forma, a falta de investigações geotecnicas acarretam em elevados riscos e consideráveis acréscimos no custo total da obra.

Os modelos gerados são embasados em investigações, através do ensaio de SPT (*Standard Penetration Test*) e sondagem mista, realizadas no Distrito Federal. De qualquer forma, é importante citar que obras de maior complexidade ou aquelas que são implantadas em regiões de solos problemáticos, em relação à capacidade de suporte, necessitam também de ensaios de campo e laboratório que simulem as ações que serão geradas pela obra.

A modelagem tridimensional e bidimensional diminui as incertezas provenientes da variabilidade do solo e colabora para melhor entendimento da sub-superfície. Dessa forma, os modelos gerados demonstraram que a fundação executada em tubulão (empreendimento 02) atinge um solo com resistência compatível às tensões geradas pela estrutura, enquanto as subestruturas compostas por estacas do tipo hélice contínua monitorada (empreendimento 01) atravessam um maciço compatível com as propostas do projeto de fundação.

Os modelos gerados da estratigrafia e da posição do nível d'água, apresentaram para ambos os empreendimentos as dificuldades reveladas em campo no processo de escavação e de execução dos elementos de fundação.

2 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS ESTUDADAS

2.1 Empreendimento 01

O empreendimento 1 situa-se em Águas Claras – DF e compreende de dois blocos residenciais e

periferias. Cada bloco apresenta 22 (vinte e dois) pavimentos sendo 2 (dois) subsolos, 1 (um) térreo e 19 (dezenove) pavimentos tipo. As fundações das duas torres foram executadas em estaca hélice contínua monitorada. O lote do empreendimento apresenta aproximadamente 8.000 m².

Foram realizados seis furos de sondagem à percussão e dois furos de sondagem mista. Os furos de sondagem à percussão SPT (*Standard Penetration Test*) identificaram o subsolo, de modo geral na região das projeções, constituídos por um horizonte de silte argiloso variando de 1 a 6 metros e N_{SPT} de 5 a 13 golpes sobrejacente a uma camada de silte arenoso variando de 6 a 12,45 e N_{SPT} de 6 a 58 golpes, e nível d'água variando de 2,10 a 3,60 metros.

As sondagens mistas perfizeram um total de 38 metros, com subsolo variando de canga lateríticas com N_{SPT} de 9 a 25 golpes, argila siltosa com N_{SPT} de 4 a 33 golpes, silte argiloso com N_{SPT} de 10 a 23 golpes e siltito com N_{SPT} de 34 a 50 golpes, e nível d'água variando de 2,70 a 3,90 metros.

As sondagens SPT, realizadas de acordo com a NBR 6484/01 (ABNT, 2001), e as sondagens mistas foram utilizadas para gerar a espacialização estratigráfica do terreno através do software Rockworks. Os horizontes estratigráficos foram divididos, sequencialmente, da seguinte forma: argila vermelha, silte argiloso, silte arenoso e siltito. Após a terraplenagem, o nível d'água (NA) aflora na região do Bloco A e apresenta-se a profundidade de 2 metros na região do Bloco B. As Figuras 1 a 6 a seguir apresentam um mapa de implantação do empreendimento e os modelos estratigráficos gerado.

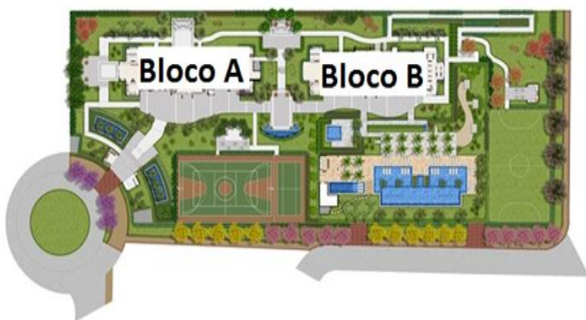


Figura 1. Mapa de implantação do empreendimento (BROOKFIELD, 2013).

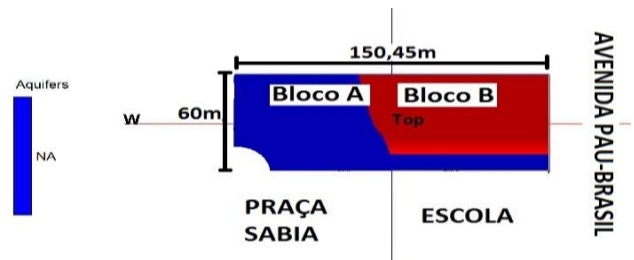


Figura 2. Vista superior com identificação dos blocos

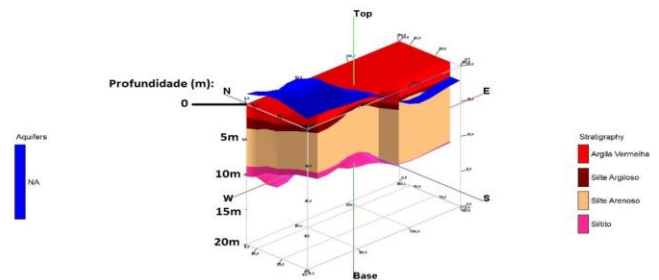


Figura 3. Vista superior Sudoeste

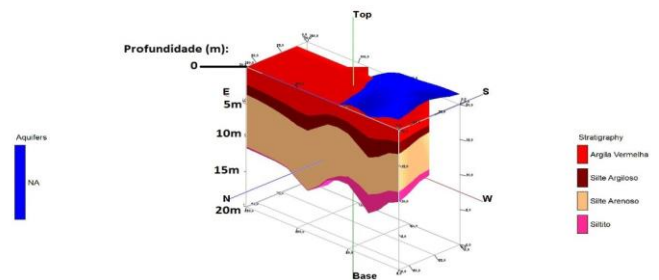


Figura 4. Vista superior Noroeste.

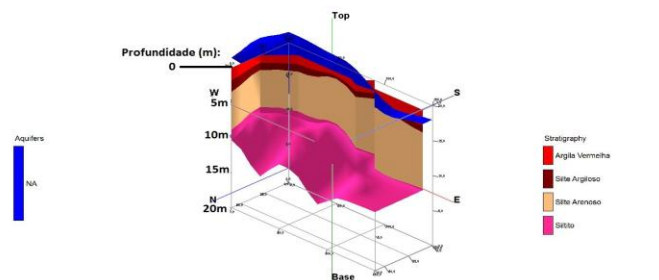


Figura 5. Vista inferior Sudoeste.

2.2 Empreendimento 02

O empreendimento 2 situa-se em Águas Claras – DF em um lote de aproximadamente 65.000 m². A obra compreende 17 (dezessete) torres residenciais e área de lazer, sendo que cada bloco apresenta 29 (vinte e nove) pavimento com 2 (dois) subsolos, 1 (um) térreo, 25 (vinte e cinco) pavimento tipo e 1 (uma) cobertura. As fundações dessas torres foram executadas em tubulão com variadas proporções.

As sondagens SPT, realizadas de acordo com a norma NBR 6484/01, e sondagens mistas foram utilizadas para o desenvolvimento dos modelos gerados pelo software Rockworks. Essas investigações totalizaram 41 (quarenta e um) furos na área em estudo. Os horizontes estratigráficos foram divididos, sequencialmente, da seguinte forma: argila arenosa vermelha, silte arenoso variegado, silte argiloso variegado, arenito, siltito e quartzito (rocha sã). O nível d'água (NA) foi encontrado em uma profundidade média de 13 metros. Para possibilitar melhor visualização dos modelos gerados pelo software, foi realizada uma extrapolação do nível d'água e exposto um mapa de implantação do empreendimento delimitando a área em estudo. As Figuras 7 a 12 apresentam o mapa de implantação do empreendimento e os modelos estratigráficos gerados.



Figura 7. Mapa de implantação do empreendimento (PENINSULA LAZER & URBANISMO, 2013).

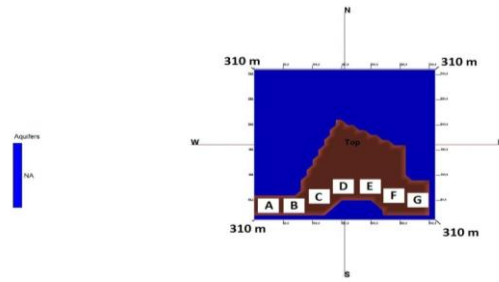


Figura 8. Vista superior com identificação dos blocos

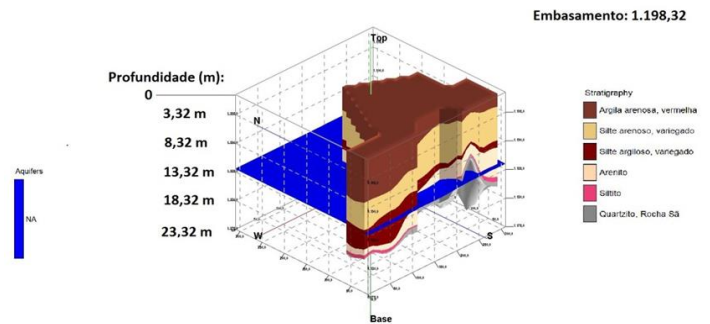


Figura 9. Vista superior Sudoeste

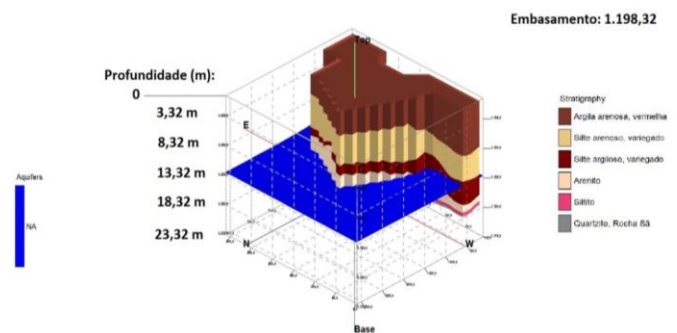


Figura 10. Vista superior Noroeste.

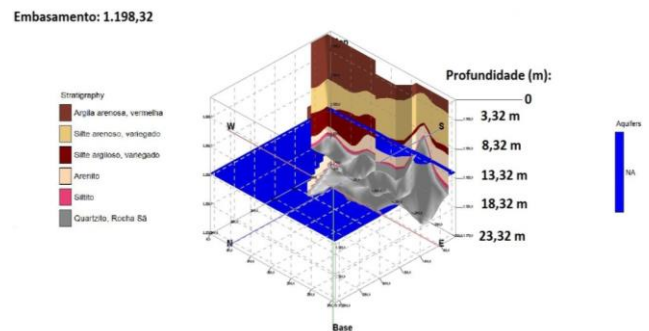


Figura 11. Vista inferior Sudoeste.

3 MODELOS DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO (N_{SPT})

3.1 Empreendimento 01

Os modelos de resistência a penetração, obtidos através do ensaio de SPT, facilitam a interpretação do subsolo e justificam as soluções adotadas para a fundação do empreendimento. Além disso, é possível antever situações de campo, como por exemplo as regiões que exigem maior tensão para sofrerem a penetração da hélice. As sondagens mistas (SM01 e SM02) confirmaram que a resistência geotécnica máxima considerada (50 golpes) se encontrou com 8 (oito) metros de profundidade.

As Figuras 13 a 17 apresentam o modelo de resistência a penetração, obtidos por meio das investigações apresentadas no item 2.1.

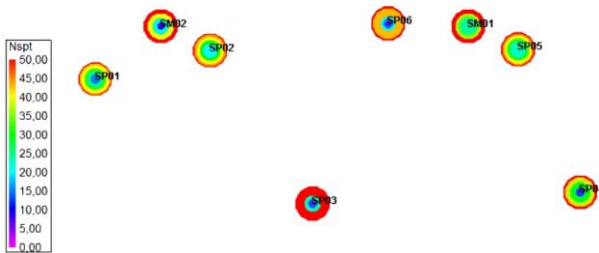


Figura 13. Vista superior dos pontos de investigação geotécnica

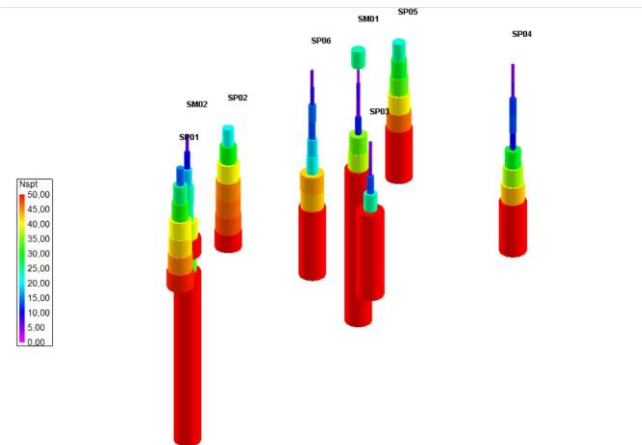


Figura 14. Vista superior Sudoeste

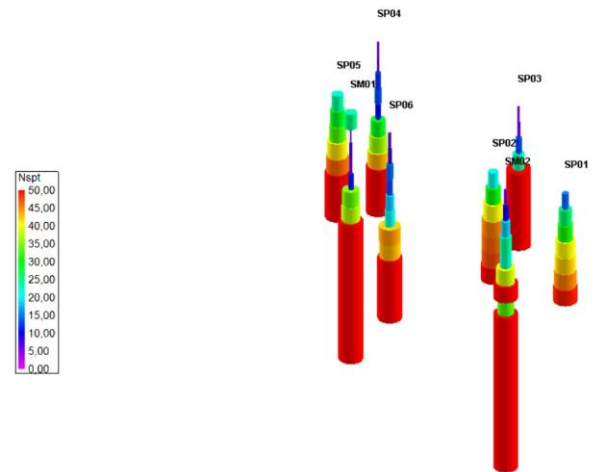


Figura 15. Vista superior Noroeste

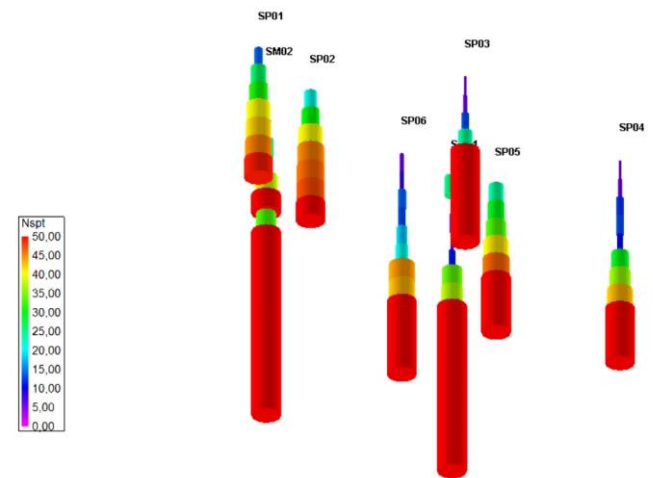


Figura 16. Vista inferior Sudoeste.

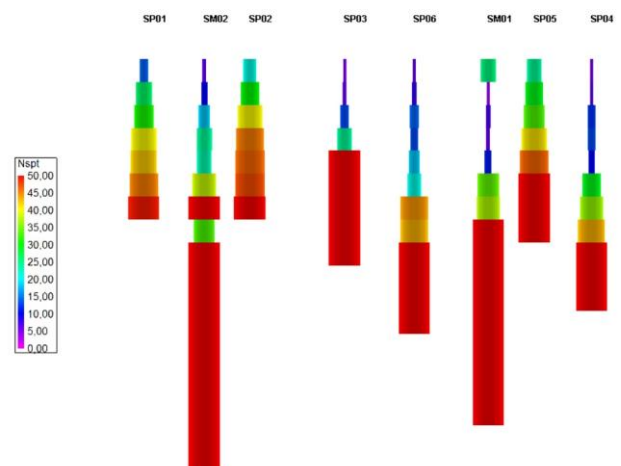


Figura 17. Vista Sul.

3.2 Empreendimento 02

O empreendimento 02 foi submetido a uma maior quantidade de ensaios e este fato possibilitou uma interpolação mais real dos dados obtidos em campo. Conforme previsto no item 3.1, o modelo de resistência é capaz de antever situações de campo e, para o empreendimento em estudo, nota-se que a maior resistência do solo na região dos blocos E, F e G, está diretamente ligada à camada de arenito em menores profundidades (Figura 22)

As Figuras 18 a 21 apresenta o modelo de resistência a penetração, obtidos por meio das investigações apresentadas no item 2.2. A legenda desse modelo é representada de forma análoga àquela proposta nas imagens do item 3.1, ou seja, as cores frias representam menores índices de resistência comparadas as cores quentes.

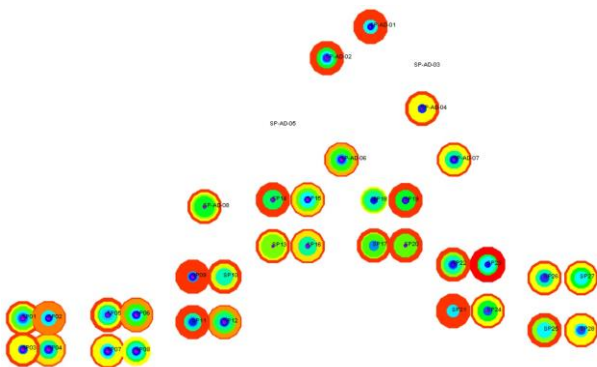


Figura 18. Vista superior dos pontos de investigação geotécnica

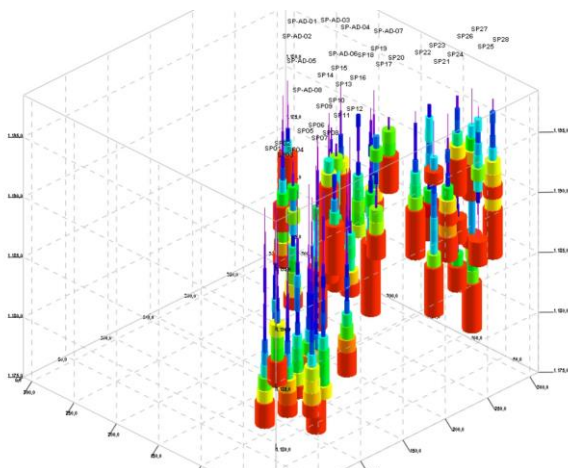


Figura 19. Vista superior Sudoeste

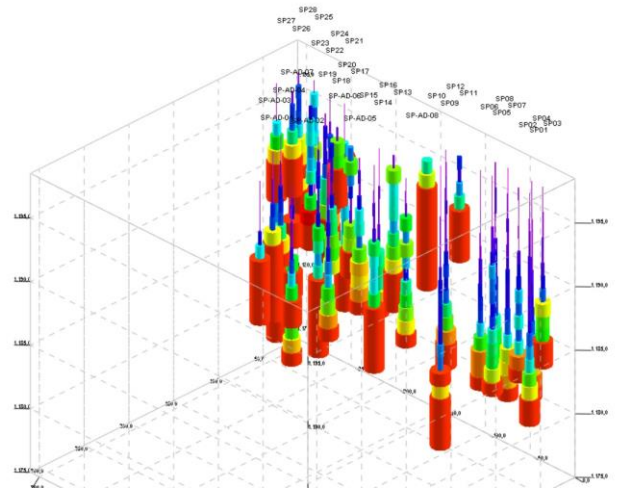


Figura 20. Vista superior Noroeste

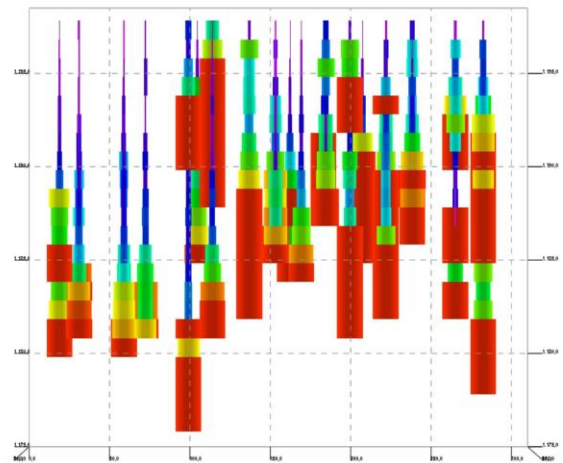


Figura 21. Vista Sul

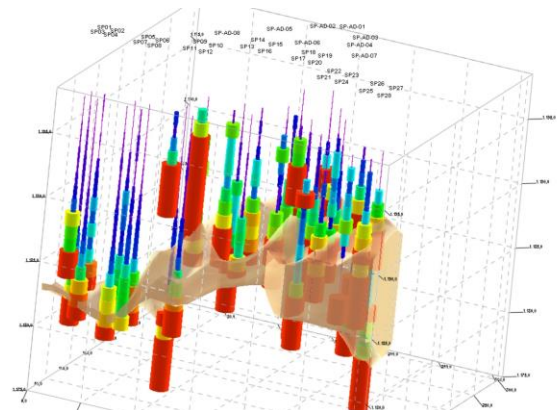


Figura 22. Modelo de resistência e camada de arenito

4 CONCLUSÃO

As investigações geotécnicas são os dados de entrada para a produção dos modelos e, conseqüentemente, requerem atenção redobrada. Isso porque são comumente encontrados erros de classificação do solo e incoerências na resistência da sub-superfície. Dessa forma, a produção dos modelos requer experiência do profissional que manuseia o *software* para que haja um filtro das informações provenientes do campo.

As modelagens tridimensionais, geradas por profissionais com experiência local, podem expor de maneira simplificada o subsolo que recebera as tensões da obra e auxiliar o trabalho do engenheiro geotécnico na previsão do comportamento do solo em todas as etapas da construção. Com isso, a formulação de modelos confiáveis acarreta em melhorias na precisão, segurança e economia das atividades geotécnicas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os colegas e professores que contribuíram para o desenvolvimento dessa pesquisa, em especial a Professora Neusa Mota e o Doutor Carlos Petrônio.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBR 6484. (2001) *Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio: NBR 6484*, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Brookfield (2014) Acesso em 10 de Março de 2014, disponível em <http://www.br.brookfield.com/Empreendimento/Inter-na/DF/apartamento-residencial-aguas-claras-all>.
- Peninsula Lazer & Urbanismo (2014) Acesso em 10 de Março de 2014, disponível em <http://www.peninsulalazer.com.br/principal/OProjeto>
- Silva, C.P.L. (2011) *Cartografia Geotécnica Tridimensional do Setor Noroeste de Brasília*, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, 265 p.