

ANÁLISE NUMÉRICA DE ESTACAS GEOTÉRMICAS EM SOLOS ARENOSOS

Luis Augusto Aragão Tarelow¹, Cyro Albuquerque Neto²

^{1,2} Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário da FEI

lu.tarelow@gmail.com¹, cyroan@fei.edu.br²

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo estudar o comportamento de estacas geotérmicas assentes em um solo arenoso e promover mudanças paramétricas visando sua melhora, por meio de simulações numéricas nas quais se desenvolvem a partir da discretização do modelo por volumes finitos usando o software ANSYS Fluent. O intuito da pesquisa é de auxiliar no projeto das estacas trocadoras de calor que serão instaladas no *CICS Living Lab* na Escola Politécnica da USP.

1. Introdução

Os contínuos processos de desenvolvimento econômico e crescimento populacional em grandes centros urbanos ao redor do mundo motivaram, nos últimos anos, a busca incessante por matrizes energéticas renováveis de caráter sustentável. Em megalópoles, onde a verticalização das construções surge como instrumento preponderante na expansão das cidades, a redução do consumo de energia elétrica por conta da climatização de ambientes internos em edifícios constitui uma importante preocupação.

Nesse sentido, Arboit et al (2013) [1] assinalam a possibilidade de utilização de estacas geotérmicas como uma forma de se aproveitar as estruturas de fundações profundas de edificações para, em países de clima tropical, dissipar-se a energia térmica de grandes prédios em camadas superficiais de solo. Vale argumentar, por outro lado, que a climatização por aquecimento é uma técnica amplamente empregada por países europeus, como a Áustria e a Suíça, onde rigorosos invernos tornam mandatório os gastos com sistemas de calefação.

Os usos de sistemas geotérmicos de fundações profundas representam uma das mais promissoras tecnologias de energia renovável, haja vista sua eficiente capacidade de resfriamento ou aquecimento de espaços internos de edificações a custos relativamente baixos, além de emitir reduzidos níveis de CO₂. Além disso, estacas trocadoras de calor podem substituir os tradicionais furos, independentes das fundações do prédio, na incorporação de complexos térmicos, reduzindo custos de instalação (SÁNCHEZ et al, 2015) [2]. A Figura 1 ilustra o uso de furos no subsolo para promover troca de calor. A Figura 2 exhibe a utilização de um sistema de estacas geotérmicas, em substituição aos convencionais furos, como peça fundamental para a climatização de edifícios e unidades industriais.

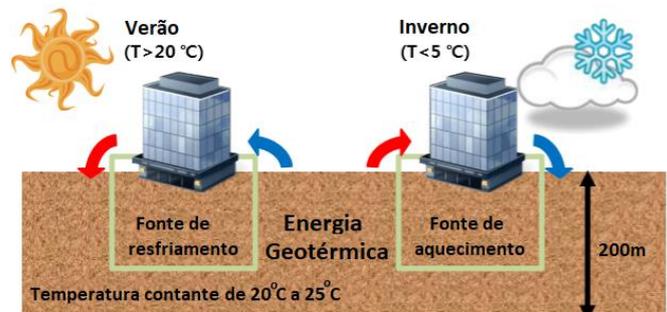


Figura 1 - O emprego de furos trocadores de calor

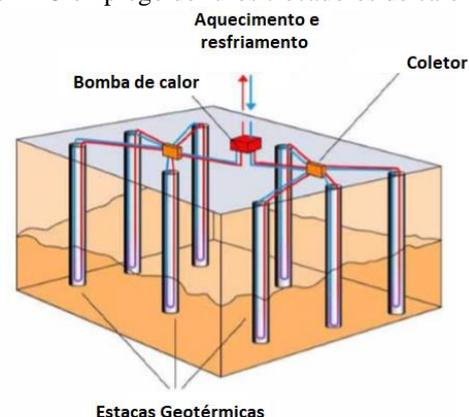


Figura 2 - A utilização de um sistema de estacas geotérmicas

Esta pesquisa está inserida em um projeto de pesquisa de uma colaboração entre a Profa. Cristina Cavalcanti de Hollanda Tsuha (EESC USP), a Profa. Maria Eugênia Gimenez Boscov (EPUSP) e o Prof. Cyro Albuquerque Neto (FEI), que tem como proposta contribuir com a investigação de estacas geotérmicas em climas tropicais. O projeto conta com a construção e estudo experimental de estacas, e com a análise térmica a partir de balanços globais e simulações numéricas. As estacas geotérmicas serão construídas sob o edifício-laboratório *CICS Living Lab*, na Escola Politécnica da USP. Tal prédio é uma iniciativa liderada pela rede de pesquisadores do Centro de Inovação em Construção Sustentável e possuirá diversos complexos de pesquisa com foco em inovação e desenvolvimento. A Profa. Dra. Tsuha está desenvolvendo o projeto, construção e monitoramento das estacas geotérmicas. O subsolo do *CICS Living Lab* é constituído de solo arenoso e saturado, com lençol freático movimentando-se em direção ao Rio Pinheiros. Estudos experimentais já foram feitos pelo grupo com a construção de um protótipo em São Carlos (BANDEIRA NETO, 2015; TSUHA, 2016) [3].

2. Metodologia

Para simulação das estacas foi realizado um modelo 3D, no qual se utilizou a hipótese simplificadora de simetria das unidades componentes do estudo (Solo, estacas e concreto) conforme a figura 3.

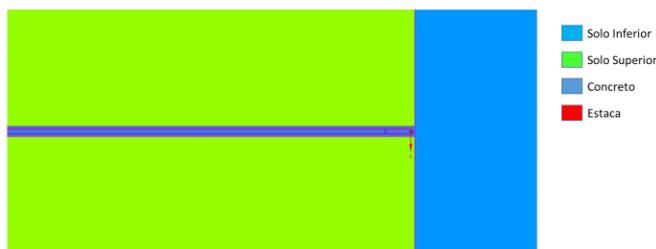


Figura 3 – Modelo 3D

Para a discretização construiu-se uma malha por volumes finitos. Nesta malha foi priorizado a localidade de troca térmica entre a estaca e o concreto, assim fazendo o uso de elementos mais refinados nesta região, conforme a figura 4.

A partir deste, realizou-se a simulação computacional calibrando o modelo com os parâmetros retirados do projeto das estacas na Escola Politécnica da USP.

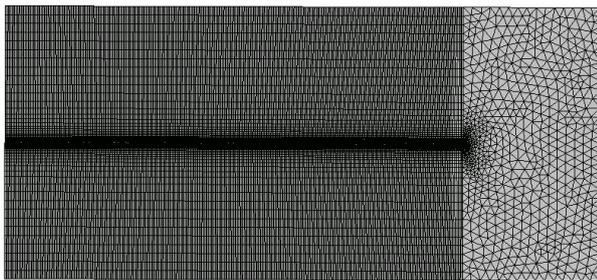


Figura 4 – Malha por volumes finitos

3. Resultados e Discussões

A partir da simulação computacional, alcançou-se o perfil térmico da estrutura, conforme a figura 5, no qual foi possível avaliar as regiões de maior troca térmica entre o fluido e o solo.

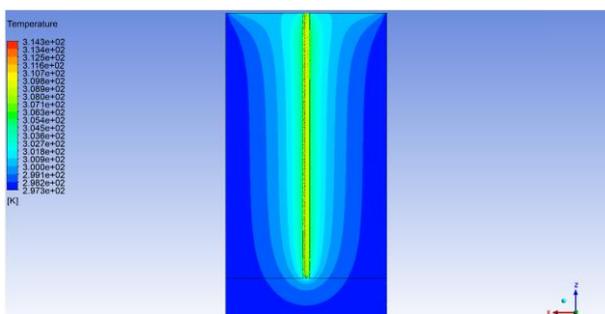


Figura 5 – Perfil térmico da estrutura

Também foi possível verificar a taxa de transferência de calor em função do comprimento da estaca, conforme o gráfico 1.

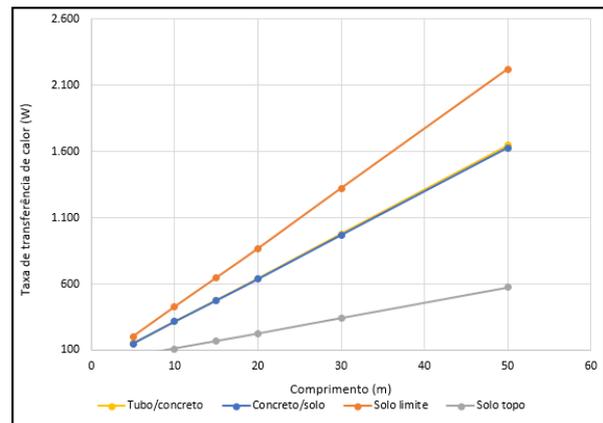


Gráfico 1 - Taxa de transferência de calor em função do comprimento da estaca geotérmica, por interface

Por fim a simulação permitiu, também, avaliar as condições de pressão no interior da estaca, referente ao escoamento do fluido, conforme a tabela 1.,

Pressão [Pa]	
Máxima	8,23E+9
Mínima	0,00E+0

4. Conclusão

Conforme o projeto avançou pode-se investigar e avaliar o perfil de temperatura que se atinge nas estacas geotérmicas estudadas, assim como as pressões no interior das estacas. A partir deste ponto o estudo avançou para a parametrização de elementos das estacas sendo eles o material da estaca, diâmetro e vazão da água que escoar na estaca e assim será levantado suas influências.

5. Referências

- [1] ARBOIT, N.K.S.; Decezaro, S.T.; Amaral, G.M.; Liberalesso, T; Mayer, V.M.; Kemerich, P.D.C. (2013). Potencialidade do uso da energia térmica no Brasil – Uma revisão da literatura. Revista do Departamento de Geografia – USP, Vol. 26, p. 155 – 168.
- [2] SÁNCHEZ, M; Akrouch, G.A.; Briaud, J.L. An experimental, analytical and numerical study on the thermal efficiency of energy piles in unsaturated soils. Computers and Geotechnics, 2015, 71: 207 – 220.
- [3] BANDEIRA NETO, L.A.B. *Estudo experimental da resposta térmica de fundações por estacas trocadoras de calor em solo não saturado*. Dissertação – EESC, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Agradecimentos

A empresa ESSS (Engineering Simulation and Scientific Software) pelo empréstimo do software ANSYS Fluent e ao mestrando da Escola Politécnica da USP Caique Roberto de Almeida pelo auxílio com o estudo sobre estacas geotérmicas.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI, Projeto com vigência de 03/19 a 03/20.