

AValiação DO USO DE PAREDE DE CONTENÇÃO TROCADORA DE CALOR PARA EXPLORAÇÃO DE ENERGIA GEOTÉRMICA SUPERFICIAL EM SOLO NÃO SATURADO

Autora: Jaqueline Luvizotto

Colaboradora: Bruna Ruiz Carvalho Tosin

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristina de Hollanda Cavalcanti Tsuha

Universidade de São Paulo

jaqueline.luvizotto@usp.br

Objetivos

O objetivo deste projeto é avaliar o desempenho térmico de uma parede de contenção trocadora de calor (ou termoativas) em solo laterítico não saturado, perfil comum no Brasil. Essas paredes são utilizadas no exterior para climatizar ambientes de edificações pelo aproveitamento da energia geotérmica disponível no subsolo.

Métodos e Procedimentos

Na primeira etapa da pesquisa, foram avaliadas as condições que podem interferir na troca de calor, como mineralogia do solo, presença de água subterrânea e temperatura natural do solo. A caracterização do solo no Campo Experimental de Fundações da EESC USP, onde está sendo implantada a parede (Figura 1), foi feita a partir de ensaios laboratoriais e de campo realizados por estudiosos, como Machado e Vilar (2003), revisados em Moraes (2019), que definem o perfil de solo superficial com 4 camadas: aterro, areia argilosa marrom (solo transportado), linha de seixos e areia argilosa vermelha (solo residual). O nível do lençol freático tem sido monitorado desde 2014 e a sucção matricial verificada por tensiômetros e sensores Watermark. Moraes (2019) apresenta os resultados do monitoramento, assim como a variação da temperatura natural do subsolo ao longo da profundidade.

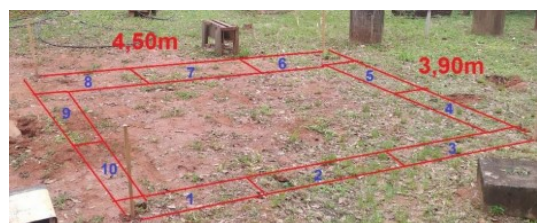


Fig.1: Localização da parede antes da escavação.

Como ilustrado na Figura 1, foi planejada a construção de 4 paredes de contenção termoativas, formando uma caixa de dimensões 3,90m por 4,5m e 3,5m de profundidade. O perímetro é composto por 10 lamelas de 1,5m de largura, 3,5m de altura e 0,45m de espessura. Nas lamelas foram instalados tubos trocadores de calor de polietileno (PEAD), por onde circula-se água para fazer a troca de calor entre ambiente e subsolo, sensores de temperatura de fibra ótica e do tipo Pt-100. Os tubos e a fibra foram instalados em ambas as faces da parede, espaçados verticalmente de 30cm e 15cm respectivamente, enquanto os Pt-100 foram posicionados nas profundidades 0,13m, 1,17m, 2,16m, 2,78m e 3,34m (Figura 2).

Também foram instalados sensores Pt-100 na entrada e na saída da tubulação para a execução do ensaio de resposta térmica (TRT). Durante o ensaio, circula-se água aquecida com potência constante (1 kW para duas lamelas). As temperaturas são monitoradas ao longo de 6 dias, sendo que os 3 primeiros dias são destinados à operação de aquecimento e

os restantes à recuperação (fase sem injeção de calor). A quantidade de calor trocada é determinada pela Equação (1).

$$q = \frac{m \cdot c \cdot (T_{in} - T_{out})}{A} \quad (1)$$

Onde, m é a vazão da água (kg/s), c é a capacidade de calor específica do fluido (J/kg.K), T_{in} é a temperatura de entrada do fluido (K), T_{out} é a temperatura de saída do fluido (K) e A é a área da parede.

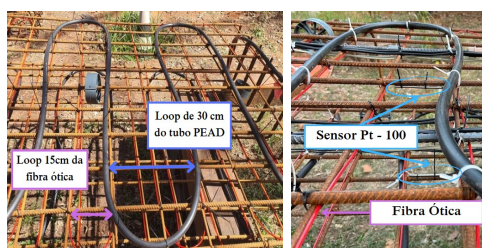


Fig. 2: Tubos e instrumentação fixados na armadura.

Resultados

No ensaio apresentado foi testada uma parede (2 lamelas de 1,5 x 3,5m). Os sensores de temperatura indicaram um aquecimento significativo ao longo dos 3 dias, como pode ser observado no Gráfico 1. No mesmo gráfico é possível observar que três dias não foram suficientes para a recuperação completa da temperatura na parede.

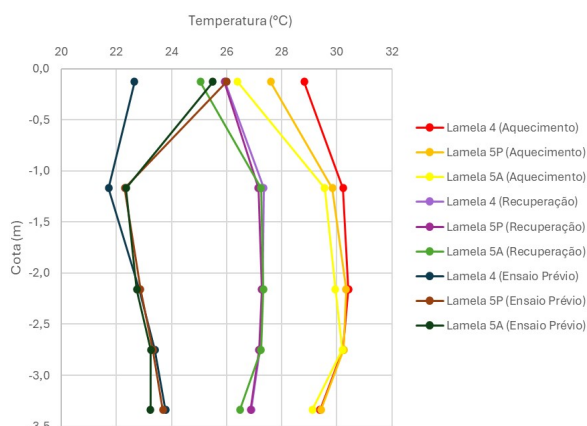


Gráfico 1: Temperaturas medidas durante as fases de aquecimento e recuperação da parede.

O ensaio TRT permitiu avaliar o desempenho térmico da parede. O Gráfico 2 mostra que a parede trocou acima de 80 W/m² de calor com o solo. No mesmo gráfico, observa-se uma ligeira mudança no desempenho, decorrente de uma queda de temperatura na cidade de São Carlos a partir de 24 hs de aquecimento da parede.

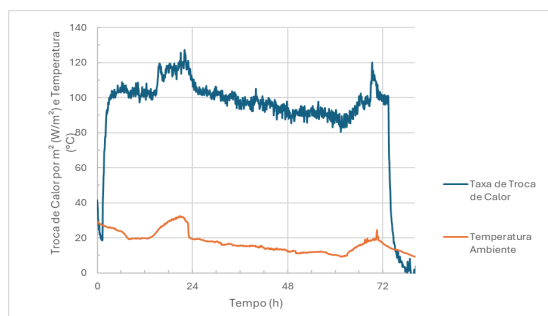


Gráfico 2: Desempenho térmico da parede.

Conclusões

A instrumentação das paredes permitiu interpretar a variação de temperatura das paredes termotativas em solo tropical, indicando maior influência da temperatura ambiente no primeiro metro abaixo do nível do terreno.

O ensaio TRT permitiu avaliar o desempenho térmico da parede de contenção trocadora de calor a curto prazo. A taxa de troca de calor de 80 W/m², indica uma alta capacidade em comparação a valores observados na literatura. Dessa forma, esse estudo inicial indica resultados promissores para o uso de paredes de contenção termotativas no tipo de solo estudado.

Referências

- Machado, S. L.; Vilar, O. M. (2003). Geotechnical Characteristics of an Unsaturated Soil Deposit at São Carlos, Brazil. Characterisation and Engineering Properties of Natural Soils". 2003.
- Morais, T. S. O. (2019). Comportamento térmico e termomecânico de fundações por estacas trocadoras de calor em solos não saturados em região de clima subtropical. Tese (Doutorado). São Carlos, 2019.