

5

Aquisição De Dados

Neste trabalho os dados registrados correspondem às variações térmicas diárias ocorridas num maciço rochoso simulando condições de campo. Esta informação será utilizada posteriormente com o objetivo de avaliar a possibilidade deste gradiente térmico levar à propagação de fraturas e quedas de lascas e blocos rochosos.

A fase de aquisição de dados teve como base trabalhos anteriores realizados no Laboratório de Geotecnia da PUC-Rio por da Silva (2007), Vargas et al (2004) e ainda Gusmão et al (2006), sendo os blocos instrumentados instalados na laje do referido laboratório. No presente capítulo apresenta-se uma descrição de todos os equipamentos e materiais utilizados e os procedimentos seguidos no desenvolvimento de todo o sistema de aquisição.

5.1.

Equipamento e Material

5.1.1.

Sensor LM35

O sensor LM35 é um sensor de temperatura de precisão, fabricado pela National Semiconductor, que apresenta uma saída de tensão linear relativa à temperatura em que ele se encontrar no momento em que for alimentado por uma tensão de 4-30V, tendo em sua saída um sinal de 10mV para cada grau Celsius de temperatura, sendo assim, apresenta uma boa vantagem com relação aos demais sensores de temperatura calibrados em “KELVIN”, não necessitando nenhuma subtração de variáveis para que se obtenha uma escala de temperatura em Graus Celsius.

O LM35 não necessita de qualquer calibração externa ou “trimming” para fornecer com exatidão, valores temperatura com variações de $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ ou até mesmo $\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$ dentro da faixa de temperatura de -55°C à 150°C . Este sensor tem saída com baixa impedância, tensão linear e calibração inerente precisa, fazendo com que o interfaceamento de leitura seja especificamente simples.

Este sensor pode ser alimentado com alimentação simples ou simétrica, dependendo do que se desejar como sinal de saída, mas independentemente disso, a saída continuará sendo de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. Ele drena apenas $60\mu\text{A}$ para estas alimentações, sendo assim seu auto-aquecimento é de aproximadamente 0.1°C ao ar livre.

O sensor LM35 é apresentado com vários tipos de encapsulamentos, sendo o mais comum o TO-92, que mais se parece com um transistor de três pés, dois deles para alimentação e o terceiro para os valores de tensão proporcional à temperatura medida pelo sensor. A escala do sensor e suas medidas são apresentadas nas figuras 5.1 e 5.2.

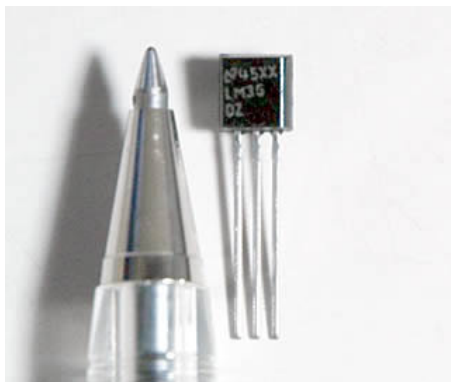


Figura 5.1 – Escala do sensor LM 35

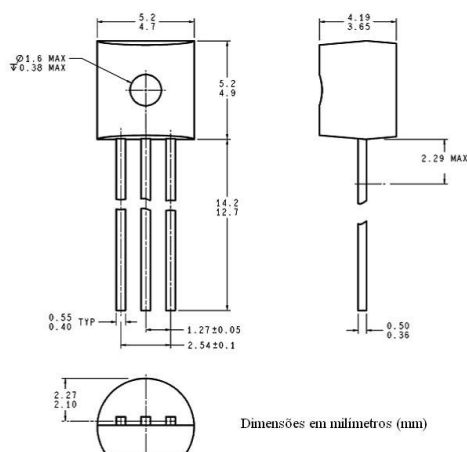


Figura 5.2 – Dimensões do sensor LM 35

5.1.2.

Equipamento de Aquisição de Dados

O sistema utilizado corresponde ao equipamento da série DI-710, fabricada pela “DATAQ instruments”, que tem como finalidade geral aplicações de aquisição e registro autônomos de dados. Na figura 5.3 é mostrado este equipamento.

Tem-se opções no tipo de interface, que pode ser USB ou Ethernet, na escala de tensão de entrada, e na operação de registro de dados que pode ser autônomo ou de conexão- PC.

As escalas de ganho têm fatores selecionáveis por canal de 1, 2, 4, e 8, ou 1, 10, 100, e 1000.

O equipamento com a opção de registro autônomo de dados tem um soquete interno multimídia que aceite memórias padrão Secure Digital (SD) nas quais os dados adquiridos podem ser armazenados sem a necessidade de ter um PC conectado. Para o caso do presente trabalho foi utilizada a opção de “Registro autônomo de dados”, que é mostrado na figura 5.4.

As memórias SD são os mesmos dispositivos geralmente disponíveis usados com câmeras digitais e reprodutores MP3. As memórias aceitas variam no tamanho de 16 MB a 1 GB.

Dentro das características gerais da série DI-710 tem se: uma resolução 14-bit, dezesseis canais de entrada análoga que podem ser configuradas para uma única operação terminada ou diferencial por canal, e um porto bidirecional digital de 8-bit.

Os registros autônomos de dados armazenam na memória SD amostras desde 0.0017 hertz até 14.400 hertz por segundo.



Figura 5.3 – Equipamento da serie DI-710



Figura 5.4 – Registro Autônomo de Dados

Este equipamento utiliza o pacote de software WINDAQ, o qual contém um software de registro e um de reprodução, o primeiro permite gravar direta e continuamente no disco, enquanto é monitorada na tela do computador a exposição dos dados (em forma de onda) em tempo real. Como é mostrado na figura 5.13

Já o de reprodução permite revisar, medir, analisar, comprimir, copiar, exportar, importar e manipular de diferentes formas a informação de dados gravada.

5.1.3.

Sistema de Aquecimento

O sistema consiste de duas pranchas de aço e entre elas fica uma resistência tipo serpentina em meio de duas laminas de mica que serve como isolante elétrico. A disposição deste sistema e as dimensões são mostradas na figura 5.5.

Este corpo é parafusado a uma caixa de madeira quadrada de 12 cm, com saída para sua alimentação, e na parte inferior da caixa tem um isolante térmico para garantir a uniformidade da temperatura imposta ou transmitida ao bloco.

A configuração deste sistema determina que o bloco deve ter uma superfície lisa sobre a que será colocada a caixa, para evitar que o calor se propague irregularmente ou se disperse pela rugosidade da superfície.

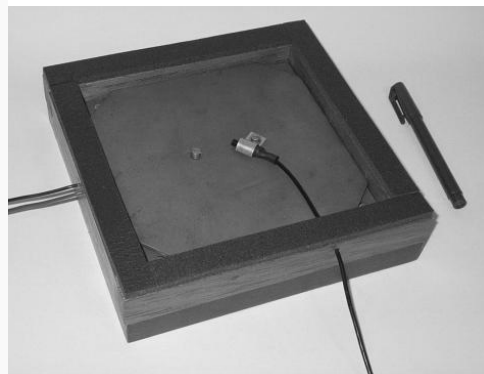
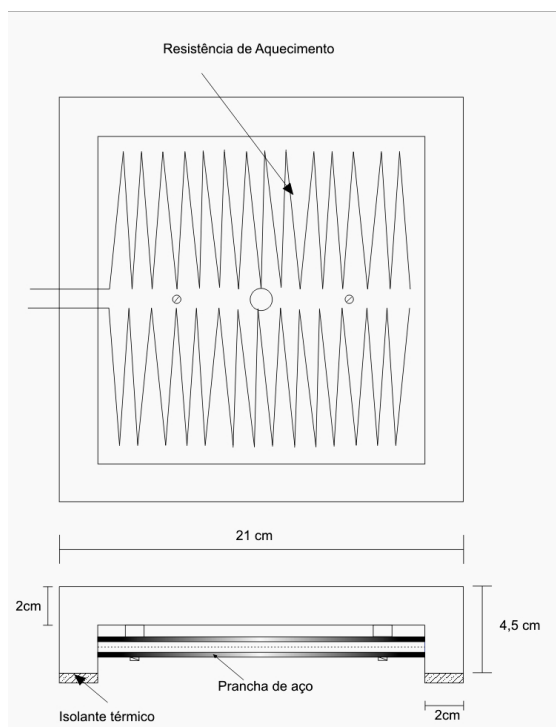


Figura 5.5 – Módulo de Aquecimento

5.1.4.

Bloco Rochoso

Para evitar efeitos de anisotropia na transferência térmica, procurou-se uma rocha isotrópica, e com textura tipicamente granítica.

Um granito explorado na região de Magé foi utilizado para este propósito. A composição mineralógica indica plagioclásio (25%), microclina (25-30%), quartzo (20%), biotita (15-20%), opacos (5%), titanita (<5%), e minerais acessórios como a muscovita, apatita, allanita. A granulação é fina, com textura porfirítica, sem orientação.

As características deste granito são:

Massa específica = 2693 kg/m³

Porosidade aparente = 0,71%

Absorção d'água = 0,27%

Resistência à compressão uniaxial = 145,2 MPa

Dilatação térmica linear = 10,1(10⁻³mm/m°C).

5.2.

Desenvolvimento do Equipamento de Aquisição De Dados

A idéia principal é poder obter ou registrar variações térmicas diárias em laboratório, simulando condições num maciço rochoso fraturado em campo, para o qual é preciso instalar sensores térmicos em diferentes partes do bloco rochoso utilizado. Isto implica a instalação de um dos sensores no interior do bloco numa determinada profundidade. Motiva pelo qual, primeiramente foi avaliada a possível influência do furo, executado a partir da face superficial do bloco, no registro das temperaturas. Estes furos seriam feitos para poder colocar os sensores de temperatura de 1 cm de diâmetro.

5.2.1.

Etapas e Procedimento

Para o monitoramento térmico no interior do bloco rochoso representativo das condições geológicas encontradas no Rio de Janeiro, foi feito um furo de 1cm de diâmetro, e no qual a simulação da radiação solar foi realizada por um módulo de aquecimento, descrito anteriormente; que funciona como uma fonte de calor com distribuição uniforme sobre uma das faces do bloco.

As etapas de montagem e execução do experimento foram:

- Posicionamento de sensor no interior do bloco rochoso, em furo de 1cm de diâmetro e 11cm de profundidade;
- Instalação de placas de isopor nas laterais do bloco rochoso para evitar perda de calor através delas;
- Aplicação, no módulo de aquecimento, das potências necessárias para que a temperatura na face superior do bloco seja de, aproximadamente, 60°C (18W) e de 70°C (28W). Essa faixa de temperatura pode ser considerada como semelhante à da tarde nos paredões rochosos; ao sol da tarde de verão no Rio de Janeiro.
- Realização das medidas de temperatura em três condições diferentes, representadas pelo diagrama da Figura 5.6. Leitura pela face inferior com duto sem preenchimento; leitura pela face superior com duto sem preenchimento e leitura pela face superior com duto preenchido por argamassa.
- Aquisição das leituras de temperatura, nas três condições descritas, por períodos não inferiores a 24 horas.

A figura 5.7 mostra o sistema completo utilizado no experimento.

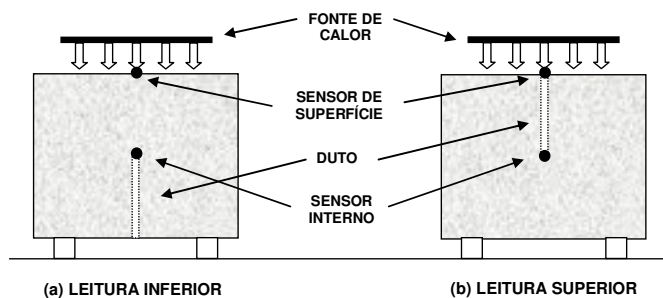


Figura 5.6 – Condições de leitura da temperatura

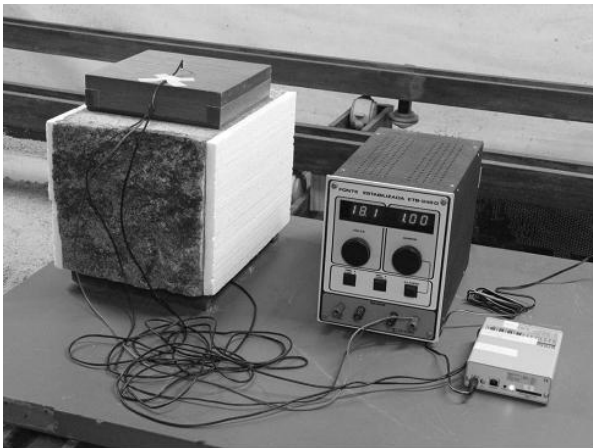


Figura 5.7 – Sistema de aquecimento e leitura

O critério adotado para determinar a influência do furo foi considerar o tempo necessário (T_1) no qual a diferença de temperatura (ΔT) entre a superfície e o interior do bloco fica constante em cada uma das condições de medição feitas, (superior sem preenchimento, inferior sem preenchimento, superior c/ argamassa), para o aquecimento. Para o desaquecimento do sistema, foi considerado o tempo (T_2) no qual as temperaturas da superfície e do interior são iguais ($\Delta T = 0$).

Como exemplo é mostrada na figura 5.8, a aquisição feita para o caso da face inferior aquecida a potências de 18 W, onde o tempo necessário (T_1) para que a diferença de temperatura entre a superfície e o interior do bloco fique constante é 38000 seg. No caso do desaquecimento, na figura 5.9, o tempo (T_2) no qual as temperaturas da superfície e do interior do bloco são iguais, é 5400 seg.

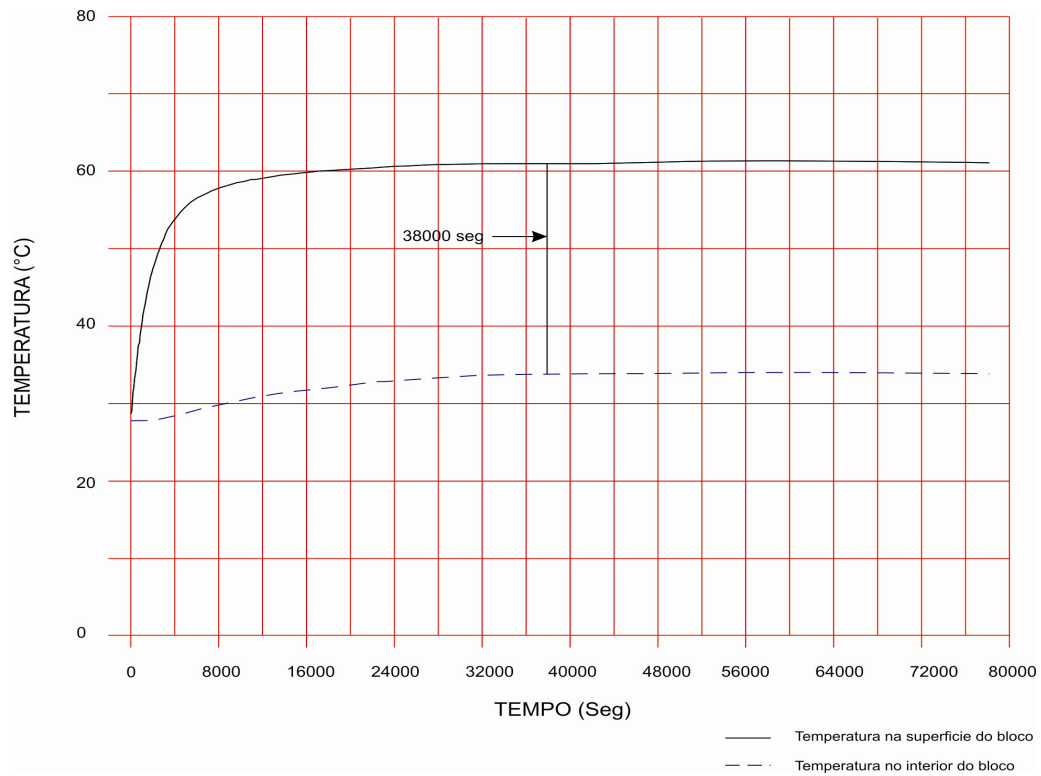


Figura 5.8 – Face inferior, aquecimento (18 W)

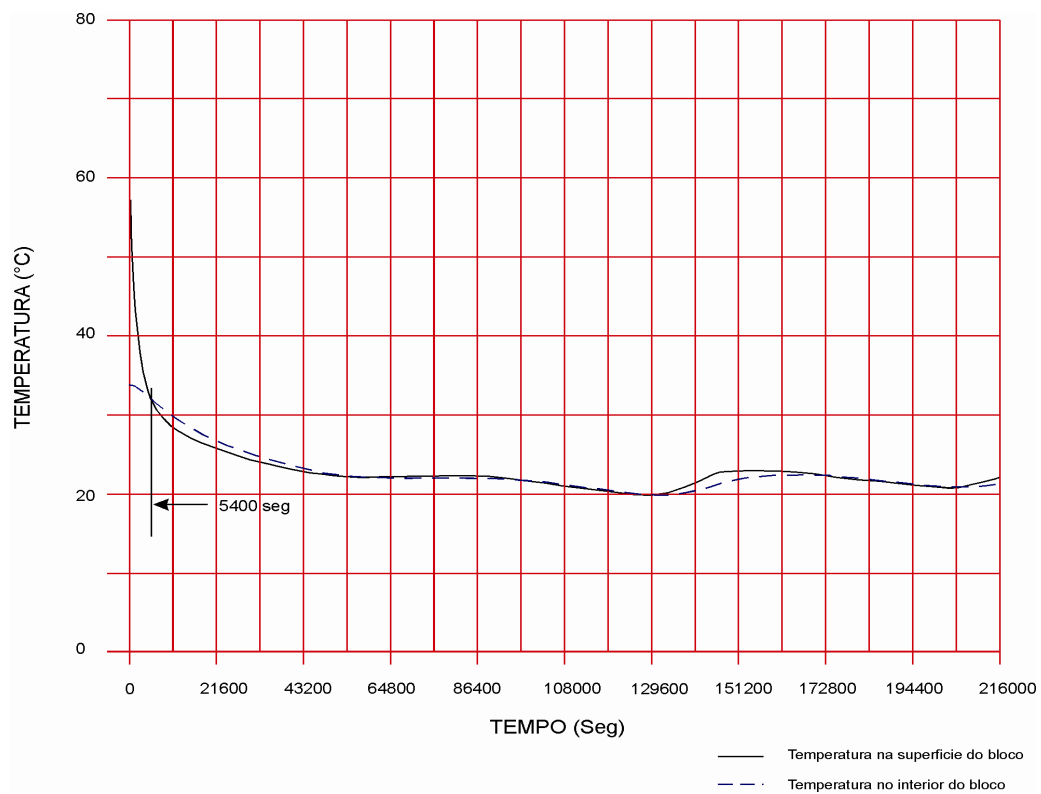


Figura 5.9 – Face inferior, desaquecimento. (18W)

Na tabela 5.1 apresenta-se o resumo dos resultados obtidos, onde T_1 é o tempo para ΔT constante no aquecimento, e T_2 é o tempo para $\Delta T=0$ no desaquecimento. Destes resultados é observado que não há diferença significativa para as medidas da superfície superior com argamassa e a inferior, que são diferentes as da superfície com o furo sem preenchimento (ar). Este resultado mostra que a instalação dos sensores a partir da superfície com preenchimento do furo com argamassa não deverá afetar as medidas de temperatura significativamente.

Tabela 5.1 – Quadro comparativo dos tempos T_1 e T_2

POTENCIA	LEITURA	AQUECIMENTO (T_1 seg)	DESAQUEC. (T_2 seg)
P=18W	INFERIOR	38.000	5.400
	SUPERIOR c/ ARGAMASSA	37.200	5.920
	SUPERIOR sem preenchimento	42.000	6.240
P=28W	INFERIOR sem preenchimento	38.000	6.240
	SUPERIOR c/ ARGAMASSA	39.000	5.600
	SUPERIOR sem preenchimento	46.920	5.400

5.2.2.

Instalação De Sensores De Temperatura

A configuração da disposição dos blocos tenta simular um maciço fraturado, e para obter as variações térmicas diárias ocorridas em diferentes partes de um maciço rochoso fraturado, um sensor é disposto na parte superficial numa das faces do bloco, um outro na parte interior a aproximadamente 11 cm, e outro na fresta e finalmente um sensor é localizado ao redor que represente a temperatura ambiente, esta disposição de blocos e sensores térmicos se apresenta na figura 5.10.

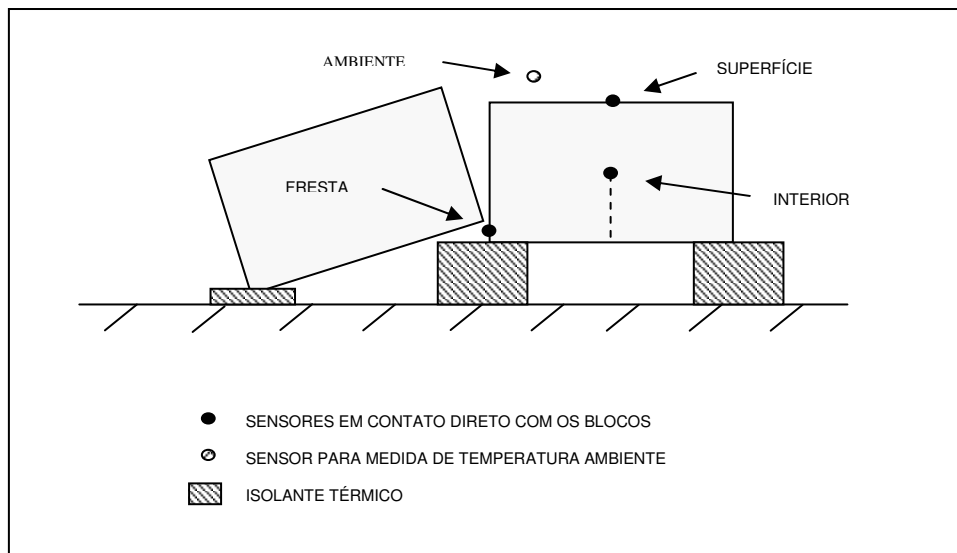


Figura 5.10 – Distribuição de blocos e sensores térmicos

Os sensores instalados no interior do bloco foram colocados diretamente, já os da superfície, ambiente e fresta receberam um tipo de encapsulamento, que consiste numa primeira envoltória de latão que serve como uma proteção e extensão do sensor, para logo ter uma proteção de resina e assim permitir isolamento térmico, como se mostra na figura 5.11.

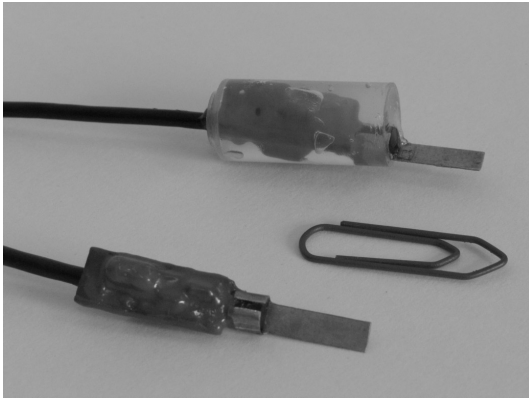


Figura 5.11 – Encapsulamento dos Sensores

Finalmente a disposição dos blocos e dos sensores dispostos na laje do laboratório de Geotécnica da PUC pode ser observar nas figuras 5.12.



Figura 5.12 – Disposição dos blocos e detalhe dos sensores de superfície e ambiente

Os resultados são obtidos a partir das leituras feitas pelos sensores dispostos nos blocos. Na figura 5.13 apresenta-se as medições feitas num período de três dias aproximadamente na interface gráfica do software do sistema DATAQ, e uma comparação dos diferentes valores obtidos são mostrados no gráfico 5.14.

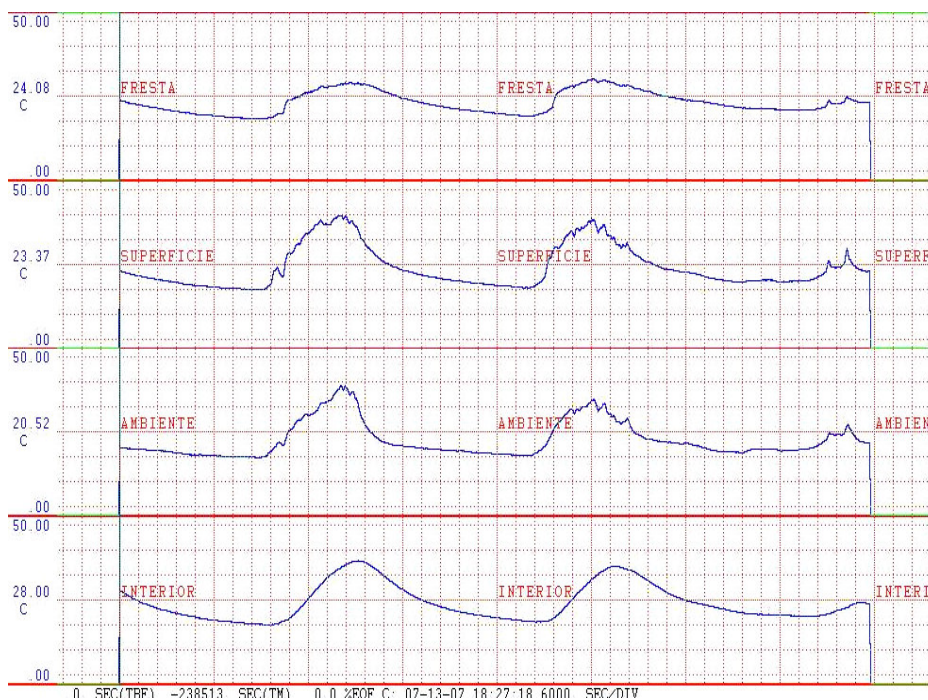


Figura 5.13 – Resultado das medidas realizadas durante três dias.aproximadamente

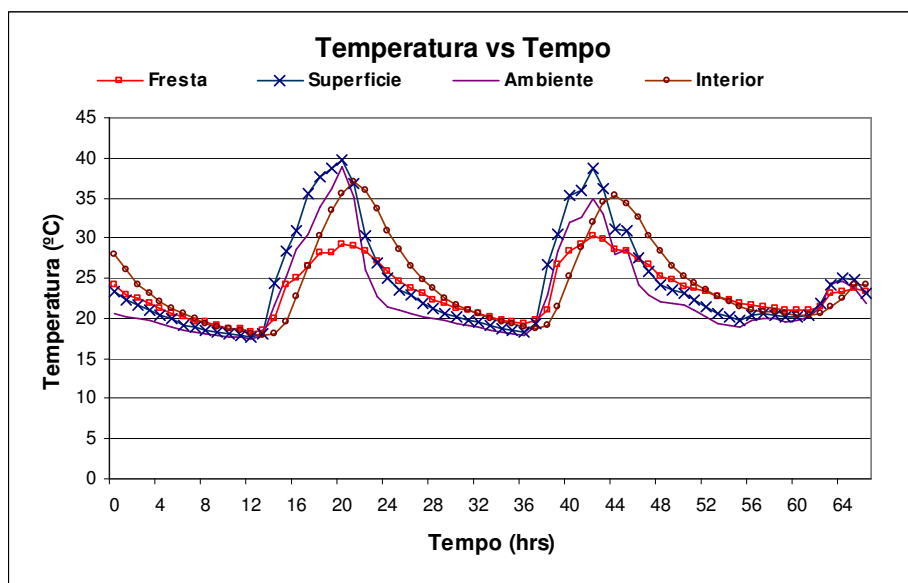


Figura 5.14 – Gráfico comparativo das variações térmicas obtidas.