

MERCOFRIO 2000 – CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE TEMPERATURA AMBIENTE E TEMPERATURAS DO SOLO EM DIFERENTES PROFUNDIDADES (SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DE BAIXO CUSTO - TROCADOR DE CALOR EM SUBSUPERFÍCIE)

Luiz Carlos Martinelli Jr. – martinel@main.unijui.tche.br

UNIJUÍ - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

DeTEC - Departamento de Tecnologia

Av. Prefeito Rudi Franke, 540 – 98.280-000 – Panambi, RS, Brasil

Luis Antonio Bortolaia – borto@panambi.unijui.tche.br - UNIJUÍ - DeTEC

Maria Lígia Cassol Pinto – ligialih@main.unijui.tche.br - UNIJUÍ – DCS

Victor Georgievich Krioukov – kriukov@main.unijui.tche.br - UNIJUÍ - DeTEC

***Resumo.** Este trabalho tem como objetivo apresentar os dados obtidos por um sistema eletrônico de aquisição de temperaturas. O sistema foi implementado para monitorar as temperaturas ambiente e de diversas profundidades do solo, possibilitando um estudo detalhado da relação entre as estas últimas. Com as informações pretende-se projetar e, posteriormente, instalar um Sistema de Climatização de Baixo Custo, utilizando a inércia térmica do subsolo como fonte/sumidouro de calor através de um trocador de calor, para amenizar a temperatura de ambientes internos.*

***Palavras-chave:** Conforto Térmico, Qualidade do Ar Interior*

1. INTRODUÇÃO

O solo, como todo e qualquer material, corpo sólido ou líquido, tem o que se pode chamar de Inércia Térmica. Por definição, inércia é a propriedade que têm os corpos de não modificar por si próprios o seu estado de repouso ou de movimento, gerando uma resistência à modificações impostas externamente. Assim, por inércia térmica do solo, pode-se entender a resistência do mesmo de não modificar sua temperatura conforme influências ambientais.

Utilizando da propriedade acima explicitada, pretende-se construir um trocador de calor para que o ar, normalmente quente no verão e frio no inverno, seja insuflado no ambiente de trabalho à temperaturas amenas. No verão, o ar quente insuflado no trocador de calor transfere calor para o solo resfriando-se e, no inverno, o ar frio ao passar pelo sistema proposto, recebe calor do solo aquecendo-se.

O projeto não pretende manter o ambiente de trabalho a uma temperatura constante, para tal, haveria a necessidade de grandes equipamentos, e.g. um equipamento de ar condicionado central. O projeto prevê sim uma amenização da temperatura do ar insuflado criando uma diferença de temperatura (Δt) entre ambiente externo e interno.

O sistema tem como vantagens:

1. o conforto térmico aos seus ocupantes – com a amenização dos picos de temperatura (verão/inverno);

2. uma geração de ruído no ambiente quase nulo – o ventilador instalado longe do ambiente ventilado;
3. a renovação do ar do ambiente conforme normas técnicas – a vazão de ar insuflada é calculada para substituir o ar viciado do ambiente;
4. o baixo consumo de energia elétrica – a utilização de apenas um equipamento para o insuflamento do ar para vários ambientes distintos;
5. a possibilidade de utilização tanto em ambientes industriais (de grande porte) como residenciais (de pequeno porte).

Para tanto, de início, implementou-se um sistema de aquisição de temperaturas (ambiente e de diferentes profundidades do solo) no Campus da Panambi da UNIJUÍ.

2. DA LOCALIZAÇÃO

O Campus da Unijuí, na cidade de Panambi, está localizado a 28° 19' 12,75" S e 53° 31' 24,38" W, a 461,5m do nível do mar, na unidade geomorfológica do Planalto de Santo Ângelo (RADAM BRASIL, 1986). Tem clima subtropical, característico do planalto do Rio Grande do Sul, pertencendo à zona bioclimática brasileira número 02 (ABNT - Comitê Bras. de Constr. Civil, 1998), Fig. 1.

A área onde se encontra o Campus possui como solo predominante o tipo latossolo-vermelho distroférico típico (Embrapa – Solos, 1999), com grande percentagem argilosa e rochas vulcânicas, a partir de 4m de profundidade.

Os edifícios, construídos em alvenaria, têm orientação Leste-Oeste. Possuem pé-direito variando de 3m e 6m (edifício 01 e edifício 02, respectivamente).

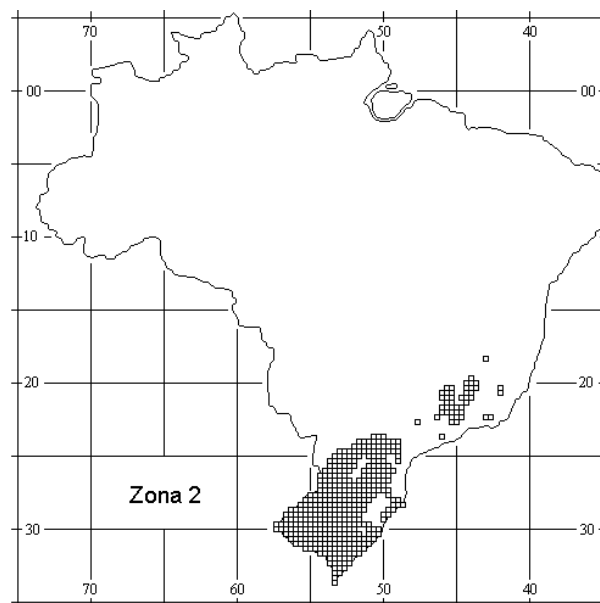


Figura 1– Zona Bioclimática 02.

3. DA AQUISIÇÃO DE DADOS

A aquisição de dados está sendo feita por meio de uma sonda de 3,5(m) de comprimento com 08 sensores de temperatura (termopares tipo T, norma IEC 584).

Os sensores obtêm dados do ambiente (atmosfera a 0,5m de altura) e do solo/subsolo em várias profundidades {0,01, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0(m)}, monitorando a variação da temperatura do solo ininterruptamente. Por software, a cada 30 minutos armazena-se os valores instantâneos obtidos dos sensores.

Em paralelo existe um pluviômetro simples para estudo da influência da água na temperatura do solo.

4. DOS RESULTADOS PARCIAIS

Com os dados obtidos no período compreendido entre outubro de 1999 e março de 2000 foi possível gerar gráficos que bem demonstram as variações térmicas de acordo com as diferentes profundidades e em diferentes horários do dia e da noite.

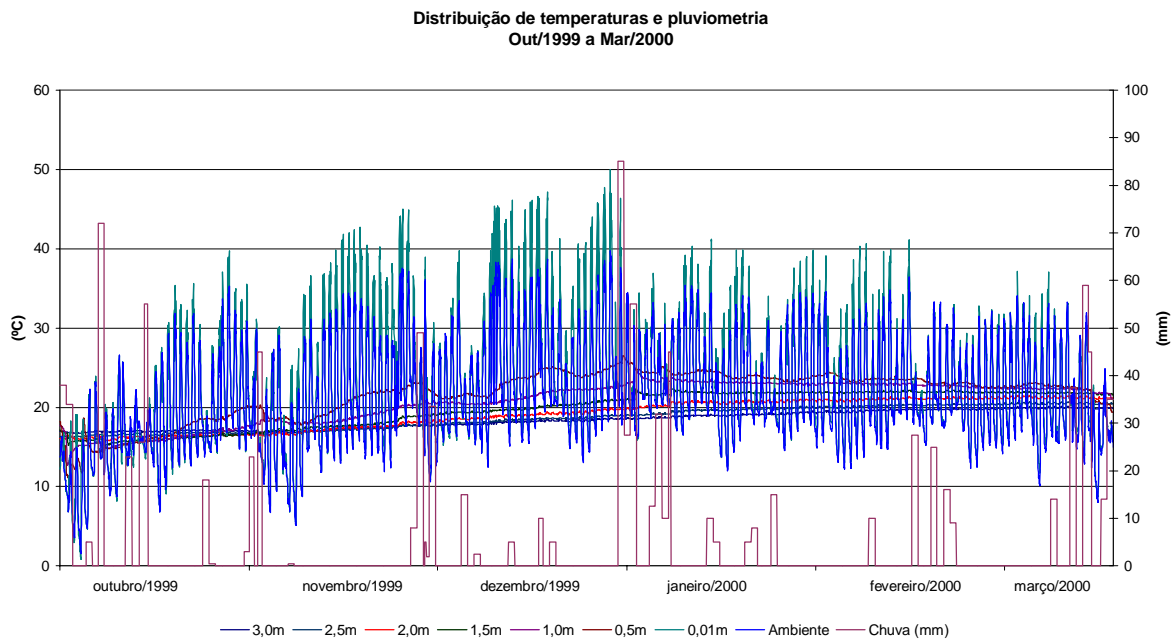


Figura 2 – Distribuição de Temperaturas e pluviometria de outubro/1999 a março/2000.

Na Fig. 2, plotou-se todos os dados obtidos pela sonda e pluviômetro. Observa-se que, mesmo sem dados suficientes para tratamento estatístico detalhado, pois não se completou nem ao menos um período de aquisição de dados (01 ano), a ratificação do modelo defendido por Costa (1982) que afirma: "...que as variações de temperatura dão origem a uma variação periódica complexa, constituída de uma onda fundamental, praticamente senoidal, e uma

harmônica, de frequência bem mais elevada (365 vezes superior à fundamental) e de amplitude variável.”

Acrescenta-se que a ocorrência de precipitações produz variações nas condições térmicas tanto do solo como nos ambientes externo e interior dos prédios. A variação pluviométrica, na região de Panambi é bem significativa conforme mostra a Fig. 3.

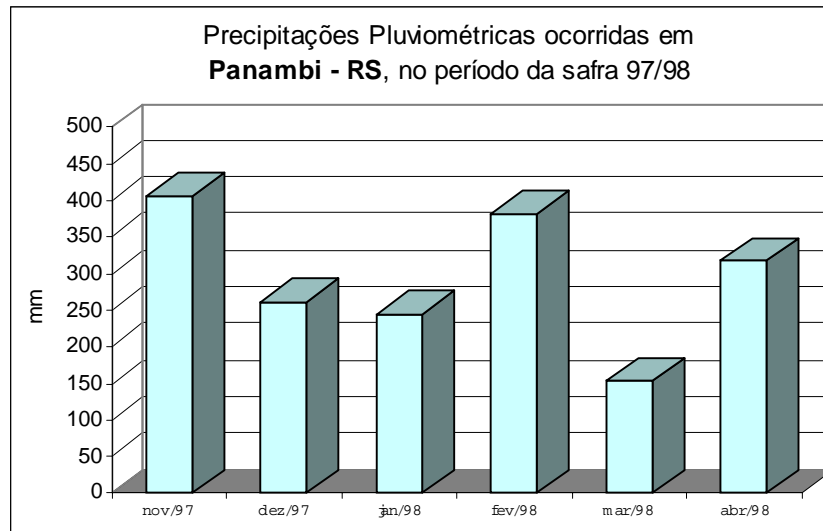


Figura 3 – Precipitações Pluviométricas na cidade de Panambi.

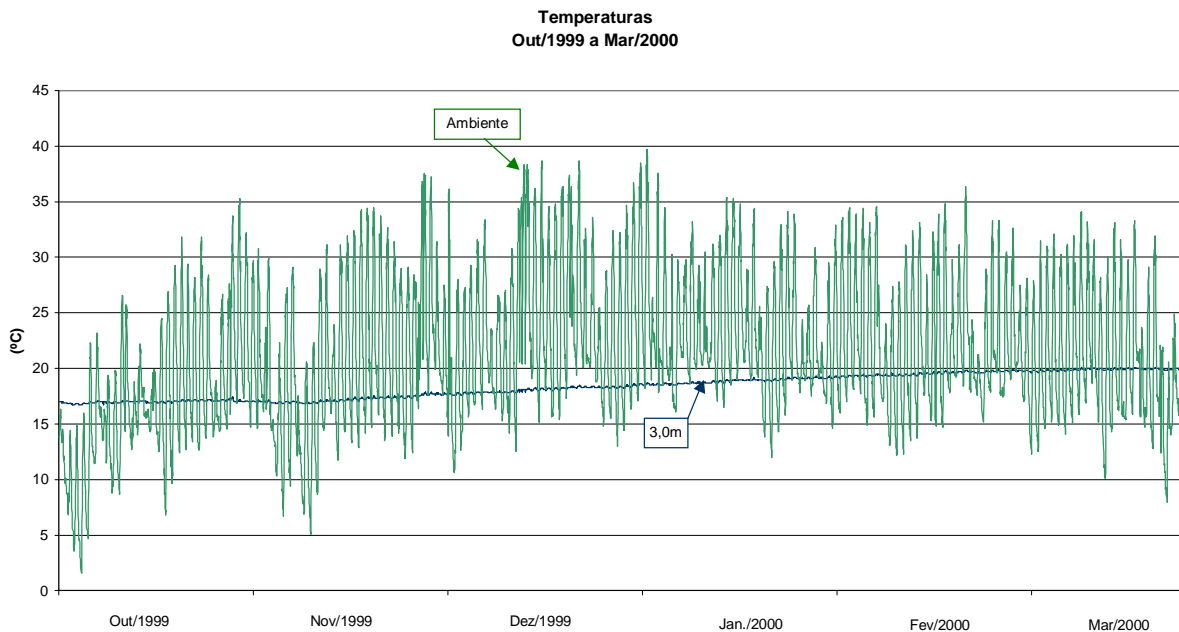


Figura 4 – Distribuição de Temperaturas Ambiente e a 3,0m de profundidade de outubro/1999 a março/2000.

Na Fig. 4, plotou-se, para efeito de comparação, as temperaturas ambiente (atmosfera) e a do subsolo a 3m de profundidade. Em uma primeira comparação, observa-se uma razoável diferença na variação de temperatura entre ambas.

Enquanto a temperatura ambiente, varia em uma harmônica de alta frequência, a temperatura do subsolo, no intervalo de tempo até agora visto, mantém-se razoavelmente constante ($\Delta t = 4,2^{\circ}\text{C}$). Acredita-se que, no decorrer de um ciclo, a mesma deve seguir uma variação também aproximadamente senoidal, mas de período longo, o que deve ser corroborado com o decorrer do projeto.

A Fig. 5 expõe, de maneira mais pontual, a variação da temperatura nas profundidades de 2, 2,5 e 3m. Observa-se que todas possuem aproximadamente uma mesma dinâmica, sendo que, como era esperado, a temperatura a 2m responde de maneira mais rápida às variações da temperatura ambiente.

A Fig. 6 expõe a variação da temperatura a 0,5, 1 e 1,5m de profundidade. As temperaturas nestas profundidades são notadamente bem mais variáveis e influenciáveis pelo ambiente externo ao solo (atmosfera).

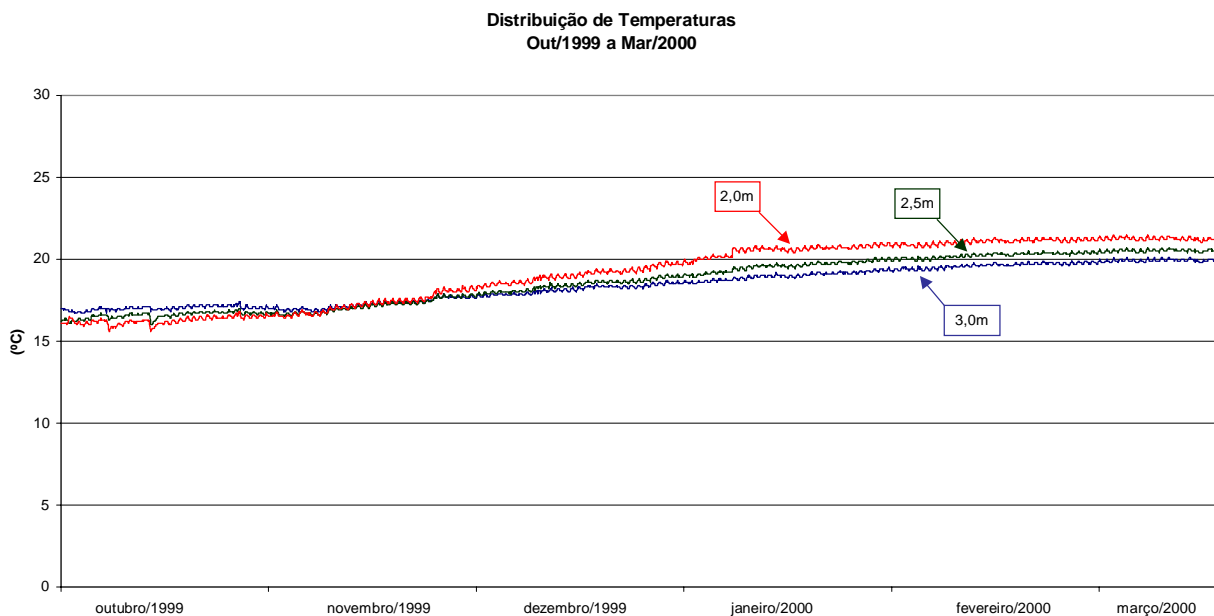


Figura 5 – Distribuição de Temperaturas a 2,0m , 2,5m e a 3,0m de profundidade de outubro/1999 a março/2000.

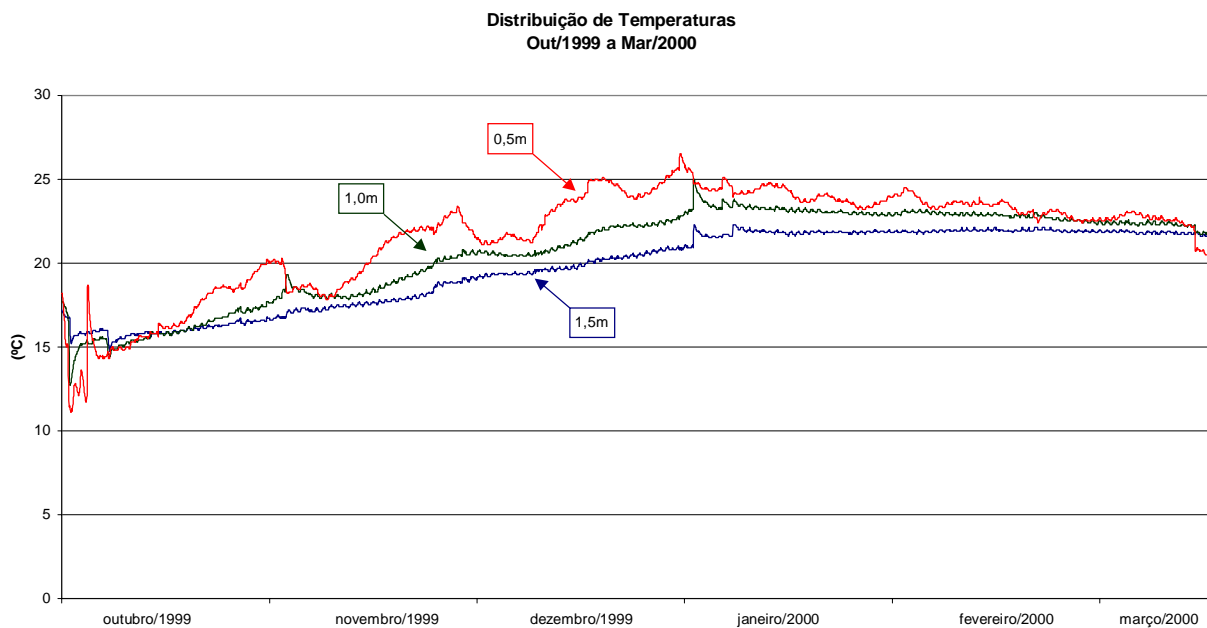


Figura 6 – Distribuição de Temperaturas a 0,5m , 1,0m e a 2,5m de profundidade de outubro/1999 a março/2000.

Nas Fig. 7, 8, 9 e 10 estão expostos histogramas de freqüência das temperaturas na atmosfera e em diversas profundidades.

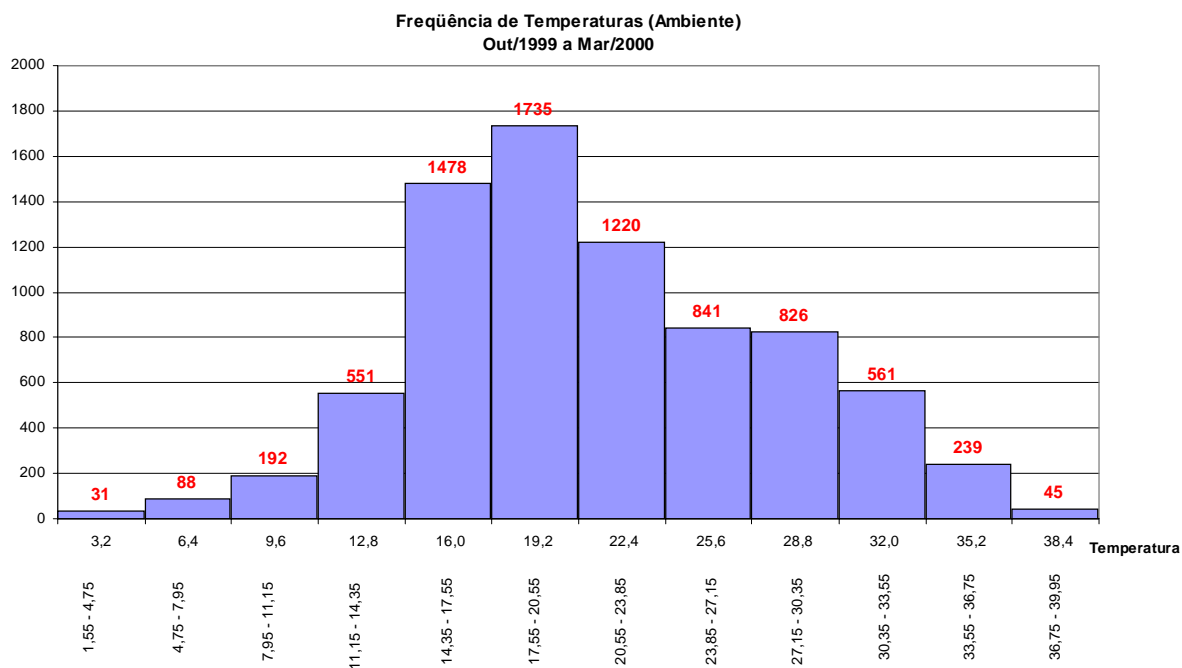


Figura 7 – Freqüência de Temperaturas (Ambiente) de outubro/1999 a março/2000.

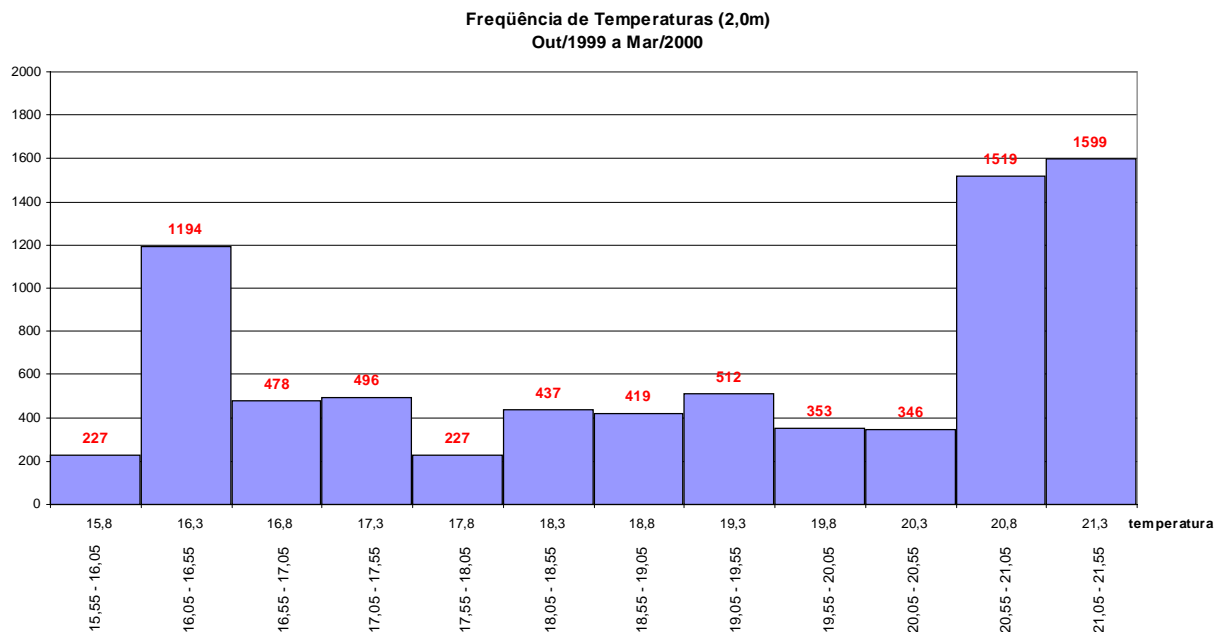


Figura 8 – Frequência de Temperaturas a 2,0m de profundidade de outubro/1999 a março/2000.

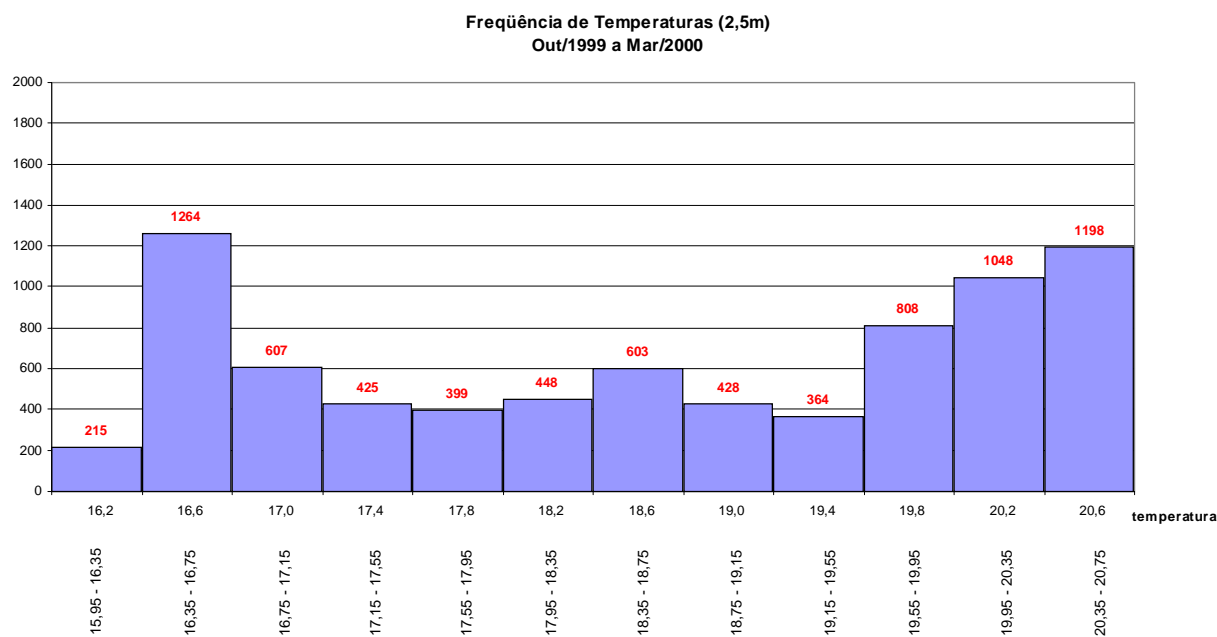


Figura 9 – Frequência de Temperaturas a 2,5m de profundidade de outubro/1999 a março/2000.

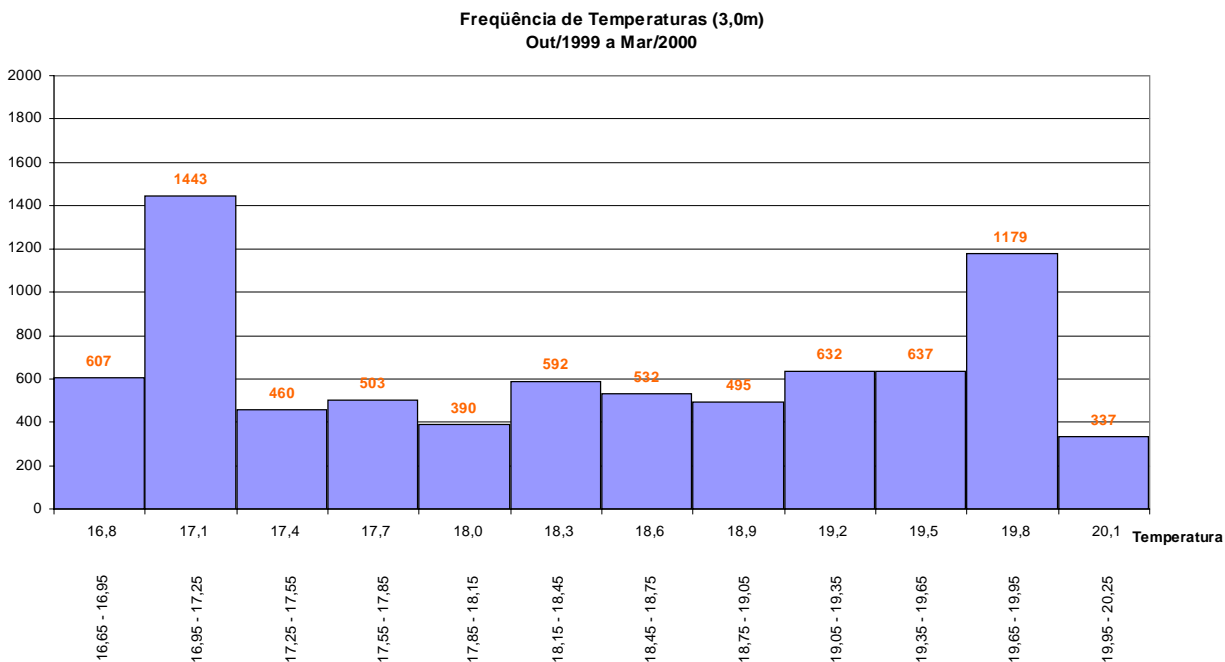


Figura 10 – Frequência de Temperaturas a 3,0m de profundidade de outubro/1999 a março/2000.

Comparando-se o histograma para o ambiente com os demais, observa-se que, a medida que se aprofunda, ocorre uma melhor distribuição das temperaturas adquiridas. O fato possibilita uma simplificação no equacionamento da variação, visando uma futura simulação numérica.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Comitê Brasileiro de Construção Civil, Comissão de Estudo de Desempenho Térmico de Edificações, 1998, Desempenho térmico de edificações – Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social.
- Costa, E. Cruz da, 1982, Arquitetura Ecológica – Condicionamento Térmico Natural, Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo.
- Embrapa – Solos, 1999.

Abstract. *This work has as objective presents the data obtained by an electronic system of acquisition of temperatures. The system was implemented to monitor the atmosphere temperatures and the temperatures of several depths of the subsoil, making possible a detailed study of the relationship among these. With the information intends to be projected and, later, to install Low Cost Air Conditioning System, using the thermal inertia of the subsoil the source/drain of heat through the dressing room of heat, to soften the temperature of internal atmospheres.*