

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

ESTUDO DE GEOTERMIA RASA NA CIDADE DE HUMAITÁ-AM

ELIZABETH TAVARES PIMENTEL

MANAUS-AM

2009

ELIZABETH TAVARES PIMENTEL

ESTUDO DE GEOTERMIA RASA NA CIDADE DE HUMAITÁ-AM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Geociências**. Área de concentração: **Geologia Ambiental**.

ORIENTADOR: Dr. Rutenio Luiz Castro de Araujo

MANAUS-AM

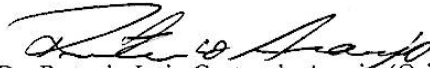
2009

“Estudo de Geotermia Rasa na Cidade de Humaitá ”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do Título de Mestre em Geociências, área de concentração em Geologia Ambiental.

Aprovada em 06 de abril de 2009.

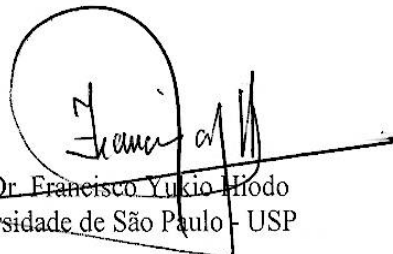
BANCA EXAMINADORA



Prof.Dr. Rutenio Luiz Castro de Araujo (Orientador)
Universidade Federal do Amazonas - UFAM



Prof. Dr. Clauzior Lima da Silva
Universidade Federal do Amazonas - UFAM



Prof.Dr. Francisco Yukio Hido
Universidade de São Paulo - USP

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Pimentel, Elizabeth Tavares

P644e Estudo de geotermia rasa na cidade de Humaitá-Am /
Elizabeth Tavares Pimentel. - Manaus: UFAM, 2009.
105 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Geociências) — Universidade
Federal do Amazonas, 2009

Orientador: Prof. Dr. Rutenio Luiz Castro de Araujo

1. Geotermia rasa 2. Temperatura 3. Cobertura vegetal 4. Fluxo
geotermal raso – Humaitá/AM I. Araujo, Rutenio Luiz Castro de II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 550.36(811)(043.3)

*Tudo tem o seu tempo determinado...
Há tempo de nascer, e tempo de morrer
Tempo de plantar, e tempo de colher...
Eclesiastes, 3, 1-2.*

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

Francisco e Maria Izabel.

Aos meus irmãos

Fludualdo, Clédson, France,

Márcia, Geisy, Ilka e Érika.

Aos meus sobrinhos

Isis Mytieê, Osório Bisneto

e Maria Angélica.

À todos os tios, tias e primos.

AGRADECIMENTOS

À Deus por permitir minha existência;

Especialmente ao Prof. Dr. Rutenio Luiz Castro de Araujo, pela orientação, paciência, atenção, sugestões, apoio e incentivo, durante todo o desenvolvimento do trabalho, sem os quais, não teria sido possível realizá-lo;

Ao Prof. M. Sc. João da Silva Carvalho, pela colaboração e apoio ao trabalho.

Ao aluno do curso de Geologia, Isaac Rudnitzki, pela análise de solo realizada em laboratório da UFAM em Manaus-Am.

Aos colegas do curso de Geologia, Wesley, Érico e Jander, pelo constante incentivo e apoio desde os primeiros passos.

Ao Diretor, ao Coordenador Acadêmico e aos colegas Professores do Instituto de Agricultura e Ambiente da UFAM em Humaitá-Am, pela compreensão.

Aos funcionários dos serviços gerais do Instituto de Agricultura e Ambiente da UFAM em Humaitá-Am, pela ajuda na implantação do projeto.

Aos alunos, Maicon Rodrigues da Silva Sene, Claudinéia Pessoa Mendonça e especialmente a Rody França Nogueira Lobato, do curso de Agronomia do Instituto de Agricultura e Ambiente da UFAM em Humaitá-Am, pela colaboração na coleta dos dados, nos momentos em que se fizeram necessário.

Aos queridos amigos Edgard e Valdemir (*in memoriam*), pelo companheirismo, amizade e lealdade desde o início do curso.

Ao Afrânio, amigo de todas as horas durante o decorrer do trabalho.

Aos meus pais e irmãos, motivos de toda luta por dias cada vez melhores.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	vi
AGRADECIMENTOS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO 1 – INFORMAÇÕES PRELIMINARES.....	17
1.1 Introdução.....	18
1.2 Objetivos.....	21
1.3 Caracterização da Área de Estudo.....	22
1.3.1 Localização.....	22
1.3.2 Clima	23
1.3.3 Vegetação.....	23
1.3.4 Topografia.....	23
1.4 Aspectos Geológicos.....	24
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE CONCEITOS.....	26
2.1 A Geotermia.....	27
2.2 Geotermia Rasa.....	30
2.3 Relação da Geotermia Rasa com as Ciências Agronômicas.....	32
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
3.1 Infra-Estrutura do Projeto.....	36
3.2 Monitoramento da Estrutura Geotermal Rasa.....	38
3.3 Determinação dos Parâmetros Geotermiais.....	38
3.3.1 Condutividade Térmica.....	38
3.3.1.1 Umidade das Amostras.....	40
3.3.2 Gradiente Geotérmico.....	40
3.3.3 Fluxo Geotérmico.....	41
3.3.4 Velocidade de Transmissão da Perturbação Térmica	41
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1 Variações da Temperatura no Regime Geotermal Raso.....	43
4.1.1 Introdução.....	43

4.1.2 Variações da Temperatura com a Profundidade em Local sem Cobertura Vegetal.....	43
4.1.3 Variações da Temperatura com a Profundidade em Local com Cobertura Vegetal.....	49
4.2 Variações de Temperatura a 0,02 m de Profundidade em Locais Com e Sem Cobertura Vegetal.....	55
4.3 Velocidade de Transmissão da Perturbação Térmica a 0,02 m, nos Locais Com e Sem Cobertura Vegetal.....	65
4.4 Variações da Condutividade Térmica.....	68
4.5 Variações do Fluxo Geotermal Raso.....	71
4.5.1 Variações do Fluxo Geotermal Raso a 0,5 m de Profundidade.....	72
4.5.2 Variações do Fluxo Geotermal Raso a 1,0 m de Profundidade.....	75
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS.....	86
ANEXOS.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Valores de Condutividade Térmica e Umidade das Amostras.....	69
Quadro 2 - Valores mensais do fluxo geotermal a 0,5 m de profundidade às 13 h, para o local sem cobertura vegetal.....	73
Quadro 3 - Valores mensais do fluxo geotermal a 0,5 m de profundidade às 13 h, para o local com cobertura vegetal.....	74
Quadro 4 - Valores mensais do fluxo geotermal a 1,0 m de profundidade às 13 h, para o local sem cobertura vegetal.....	76
Quadro 5 - Valores mensais do fluxo geotermal a 1,0 m de profundidade às 13 h, para o local com cobertura vegetal.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da cidade de Humaitá-Am.....	22
Figura 2 – Curva de irradiância solar.....	28
Figura 3 – Termistores fixados no local sem cobertura.....	36
Figura 4 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de março de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.....	44
Figura 5 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de outubro de 2007, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.....	44
Figura 6 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.....	46
Figura 7 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.....	47
Figura 8 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.....	48
Figura 9 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de março de 2008, às 18h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.....	51
Figura 10 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de outubro de 2007, às 18h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.....	51
Figura 11 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.....	52
Figura 12 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.....	52

Figura 13 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.....	53
Figura 14 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, a 1,0 m de profundidade, em locais com e sem cobertura vegetal.....	54
Figura 15 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13 h, a 1,0 m de profundidade, em locais com e sem cobertura vegetal.....	54
Figura 16 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, a 1,0 m de profundidade, em locais com e sem cobertura vegetal.....	55
Figura 17 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de março de 2008, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	56
Figura 18 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de outubro de 2007, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	57
Figura 19 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de março de 2008, às 13 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	58
Figura 20 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de outubro de 2007, às 13 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	59
Figura 21 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de março de 2008, às 18 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	60
Figura 22 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de outubro de 2007, às 18 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	61
Figura 23 – Variação dos valores médios mensais da temperatura a 0,02 m de profundidade, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	63

Figura 24 – Variação dos valores médios mensais da temperatura a 0,02 m de profundidade, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	63
Figura 25 – Variação dos valores médios mensais da temperatura a 0,02 m de profundidade, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	64
Figura 26 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de junho de 2008, nos locais com e sem cobertura vegetal.....	64
Figura 27 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 0,5 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local sem cobertura vegetal.....	65
Figura 28 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 0,5 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local com cobertura vegetal.....	66
Figura 29 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 1,0 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local sem cobertura vegetal.....	67
Figura 30 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 1,0 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local com cobertura vegetal.....	67
Figura 31 – Variação da condutividade térmica em função da porcentagem de água, em amostra de solo, referente ao período “chuvoso”	70
Figura 32 – Variação dos valores médios mensais do fluxo geotermal raso, a 0,5 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, nos locais sem e com cobertura vegetal.....	75
Figura 33 – Variação dos valores médios mensais do fluxo geotermal raso, a 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, nos locais sem e com cobertura vegetal.....	78
Figura 34 – Variação dos valores mensais do fluxo geotermal raso, a 0,5 m e 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, no local sem cobertura vegetal.....	79

Figura 35 – Variação dos valores médios mensais do fluxo geotermal raso, a 0,5 m e 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, no local com cobertura vegetal.....	79
--	----

RESUMO

No período de outubro de 2007 a setembro de 2008 foi realizado monitoramento da temperatura, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em locais com (c/c) e sem (s/c) cobertura vegetal, na cidade de Humaitá (AM), a fim de quantificar as variações da temperatura, da condutividade térmica e do fluxo geotermal raso local. Foi possível determinar a velocidade de propagação do pulso térmico em direção à subsuperfície nos locais c/c e s/c. Constatou-se a influência da cobertura vegetal sobre o regime geotermal raso na região estudada. Houve variação dos valores médios mensais da temperatura entre os locais c/c e s/c; no período “seco”, esta variação foi de até 6,01 °C à profundidade de 0,02 m, e de 2,84 °C à profundidade de 1,0 m; já no período “chuvoso”, a variação foi de até 2,94 °C à 0,02 m de profundidade, e de 2,51 °C à profundidade de 1,0 m. À profundidade de 0,02 m, a diferença entre os valores diários máximos, nos locais c/c e s/c, foi de 3,97 °C no período “chuvoso”, e de 9,63 °C no período “seco”. Às 18 h, as magnitudes da temperatura permaneceram elevadas em relação aos outros horários estudados. Os valores do fluxo geotermal raso, às profundidades de 0,5 m e 1,0 m, foram da ordem de 10^3 acima do valor do fluxo terrestre profundo na região. As variações térmicas a 0,5 m e a 1,0 m de profundidade são influenciadas pelas fontes externas que atingem a superfície e não podem ser negligenciadas. As variações térmicas registradas neste trabalho são importantes e fundamentais para o melhor conhecimento da estrutura geotermal rasa na região sul do estado do Amazonas, como também, contribuem para a elaboração de modelos que possibilitem mitigar ou eliminar os efeitos causados por ações antrópicas.

Palavras chaves: Geotermia Rasa; Temperatura; Cobertura Vegetal; Condutividade Térmica; Fluxo Geotermal Raso.

ABSTRACT

From October 2007 to September 2008 the temperature was monitored at depths of 0.02 m, 0.5 m and 1.0 m to quantify the variations of temperature, thermal conductivity and the flow of shallow geothermal site in places with (c/c) and without (s/c) vegetation cover in the city of Humaitá, Amazonas. It was possible to determine the speed of propagation of heat pulse into the subsurface in places with and without vegetation cover. It was observed the influence of the vegetation cover on the shallow geothermal system in the region sites studied. There were variations of monthly average values of temperature between the places with and without vegetation cover; during the "dry" period, this variation was up to 6.01 °C at the depth of 0.02 m, and 2.84 °C at the depth of 1.0 m; during the "rainy" period, however, the variation was up to 2.94 °C, at the depth of 0.02 m, and 2.51 °C at the depth of 1.0 m. The difference of the daily maximum values of temperature between sites with and without vegetation cover were 3.97 °C during the "rainy" period, and 9.63 °C during the "dry" period, at the depth of 0.02 m. It was noticed that at 06:00 PM the magnitude of the temperature remained high compared to other times on the day studied. The values of the shallow geothermal flow at depths of 0.5 m and 1.0 m, were of 10^3 above the value of the terrestrial heat flow in the region. The thermal variations at 0.5 m to 1.0 m depth are influenced by external sources that reach the surface and can not be neglected. The thermal variations recorded in this work are important and fundamental to better understanding the shallow geothermal structure on the southern of Amazonas state and they also contribute to make models that allow the mitigation or elimination of the effects caused by anthropogenic actions.

Keywords: Shallow Geotherm; Temperature; Vegetation Cover; Thermal Conductivity, Shallow Geothermal Flow.

CAPÍTULO 1

INFORMAÇÕES PRELIMINARES

1.1 Introdução

1.2 Objetivos

1.3 Caracterização da Área de Estudo

1.3.1 Localização

1.3.2 Clima

1.3.3 Vegetação

1.3.4 Topografia

1.4 Aspectos Geológicos

1.1 Introdução

A Amazônia Brasileira ocupa uma área de cinco milhões de km² (INPE, 2000), abrangendo mais de 50% do território brasileiro, formando a maior porção de floresta tropical deste Planeta. É considerada como fonte de energia para a circulação geral da atmosfera, além de ser o maior reservatório biológico da Terra. Por isso, tem grande importância para o resto do mundo. Entretanto, esta rica biodiversidade está ameaçada pela combinação destrutiva de desmatamento com mudança climática e, conseqüentemente, pelo aquecimento global.

É difícil chegar a um consenso quando se fala em aquecimento global, mas sem dúvida, o desmatamento devido a exploração de madeira na região, as áreas de floresta natural sendo substituídas por áreas de pastagens e produção agrícola, contribuem, ainda que com pequena parcela, para esse tão criticado fenômeno. Essas atividades fazem parte de uma realidade difícil de ser mudada e vem aumentando nos últimos anos. As conseqüências são as mais diversas possíveis, causando vários distúrbios ambientais, em níveis local, regional e global (OLIVEIRA et al., 2006; SOUZA et al., 2006; ARAUJO et al., 2004; KALNAY e MING, 2003; CHU et al., 1999; DICKINSON e KENNEDY 1999; LEAN et al., 1996; ROY et al., 1971). Isso tem ocorrido em toda região, inclusive na região sul do Amazonas no município de Humaitá. Sem dúvida, um dos principais distúrbios refere-se as ampliações significativas das magnitudes das variações das temperaturas em superfície e em subsuperfície nesta região. Tais variações são analisadas através do estudo da geotermia rasa, que investiga o comportamento e efeitos térmicos das camadas do solo e subsolo afetadas significativamente pelo fluxo de radiação solar incidente na superfície sólida da Terra (ARAUJO et al., 2004). A incidência direta da radiação solar sobre a superfície da Terra pode acarretar efeitos no clima, nas propriedades físicas do solo, na biodiversidade e nos processos de regeneração florestal.

A literatura clássica registra que as perturbações térmicas, provocadas pela incidência do fluxo de radiação solar incidente na superfície terrestre, propagam-se em direção às camadas subsuperficiais sendo, no entanto, mensuravelmente atenuada com o incremento da profundidade (ASTIER, 1975; BOWEN, 1966; BECK, 1965; CARSLAW e JAEGER, 1959). Tais autores ressaltam, inclusive, que a atenuação dessa perturbação térmica é tão intensa, que a variação termal diurna é eliminada a 1,0 m de profundidade, enquanto que a variação térmica sazonal atinge profundidades da ordem de 25,0 a 30,0 m. Porém, essas pesquisas foram realizadas em áreas com características diferentes das zonas tropicais úmidas.

Há mais de vinte anos, na região Amazônica, trabalhos científicos como os de Araujo et al. (1984); Araujo (1987); Serra et al. (1997); Palha et al. (1998); Araujo (1999) e Serra (2002), registram perturbações geotérmicas, tanto diurnas quanto sazonais, às profundidades superiores em relação a outras regiões. Esta pesquisa, realizada na cidade de Humaitá, na região sul do estado do Amazonas, mostra variações termais às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, e que essas variações são significativas a 1,0 m de profundidade, portanto, ratifica estes autores.

Para se conhecer detalhadamente a estrutura geotermal rasa de uma região é de fundamental importância a realização de estudos referentes a influência da cobertura vegetal sobre os valores da temperatura superficial. Monitoramentos termais realizados na região amazônica, no intervalo de profundidade de 0,0 m a 1,0 m, mostram que há variações diurnas e sazonais mensuráveis no ciclo de período de um ano, assim como as taxas dessas variações também são mutáveis (ARAUJO, 1999). Através do monitoramento geotérmico pode-se ter o conhecimento das taxas das variações da temperatura média mensal e anual, assim como do fluxo geotérmico na superfície e em camadas subsuperficiais. A cobertura vegetal influencia nessas variações, que acarretam

conseqüências diretas na biosfera terrestre. Neste trabalho, também, quantifica-se e analisa-se as influências da mudança na cobertura vegetal superficial na região.

O fluxo geotérmico transferido por condução é diretamente proporcional a condutividade térmica do material em estudo. A determinação de valores precisos da condutividade térmica é de importância fundamental para o desenvolvimento de qualquer estudo acerca do estado e comportamento do fluxo de calor em determinada área. Esta pesquisa, também, mostra variações do fluxo geotermal raso às profundidades 0,5 m e 1,0 m.

Mensurar as variações diurnas da temperatura subsuperficial, assim como determinar os parâmetros acima citados, é de grande importância não somente para os estudos geotérmicos na Amazônia como, também, para os estudos ambientais, climatológicos, agrônômicos, florestais e sociais, já que significativas variações térmicas ocorrentes às pequenas profundidades podem acarretar efeitos intensos e indesejáveis nessas áreas da ciência.

Considera-se, portanto, ser de fundamental importância a quantificação dos parâmetros geotermiais nas camadas mais superficiais na região sul do Amazonas, em Humaitá, pois dessa forma tem-se uma visão real dos efeitos das atividades de desmatamento nessa região, como também, os dados podem contribuir para elaboração de um modelo que possibilite mitigar ou eliminar as possíveis conseqüências desses efeitos para toda região Amazônica, visto que, a não existência de tal modelo científico deve-se à falta de dados geotérmicos na região.

1.2 Objetivos

Na elaboração de modelos globais nos quais diversos parâmetros geofísicos importantes são inferidos, quando se trata da região Amazônica, são consideradas as mesmas peculiaridades de outras regiões com diversas características distintas, não permitindo o conhecimento real dos parâmetros geofísicos locais desta região. Para que esta situação seja amenizada, é necessária a realização de trabalhos experimentais através dos quais será preenchida a lacuna de dados geotérmicos, principalmente no que se refere ao estado do Amazonas.

Este trabalho teve como objetivo realizar um programa de monitoramento geotérmico raso em dois locais distintos, um com e outro sem cobertura vegetal, na cidade de Humaitá no estado do Amazonas. Para tanto, as principais etapas do trabalho foram especificadas em:

- Quantificar durante um ciclo de período de um ano, as variações de temperatura em um local com e em outro local sem cobertura vegetal, nas profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m;
- Realizar medidas de condutividade térmica em amostras obtidas nos dois locais em estudo;
- Calcular a velocidade de transmissão da perturbação térmica superficial, nos locais em estudo;
- Calcular o gradiente geotérmico e o fluxo térmico terrestre para os locais em estudo.

Com os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se contribuir para a elaboração de modelos com dados reais da região em estudo, nas diversas áreas das ciências em que a geotermia rasa possa influenciar.

1.3 Caracterização da Área de Estudo

1.3.1 Localização

A cidade de Humaitá está situada ao sul do Estado do Amazonas, à margem esquerda do rio Madeira, afluente da margem direita do Rio Amazonas; dista em cerca de 200 km da cidade de Porto Velho e 675 km da cidade de Manaus, pela Rodovia BR- 319 e está localizada na zona fisiográfica do Rio Madeira. O município de Humaitá limita-se com os municípios de Manicoré (norte), Tapauá (leste), Canutama (oeste) e com o Estado de Rondônia (sul). A sede do município tem como coordenadas geográficas de centro $7^{\circ}30'22''\text{S}$ e $63^{\circ}01'15''\text{W}$ (CARVALHO, 1986; EMBRAPA, 1997), como mostra a figura 1.

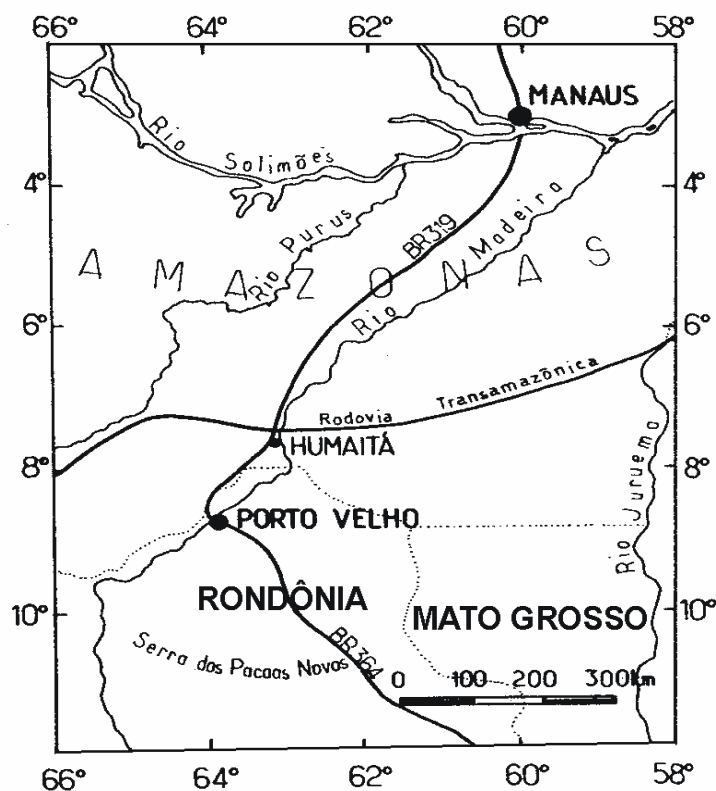


Figura 1 – Mapa de localização da cidade de Humaitá-AM. Fonte: Martins et al., (2006).

Na cidade de Humaitá localiza-se o Instituto de Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas. Neste Instituto foram perfurados dois furos, de 1,0 m de profundidade, cada, nos quais foram realizados programas de monitoramento geotermal, durante um ciclo de um ano, estando um destes furos em local com cobertura vegetal e o outro furo em local sem cobertura vegetal.

1.3.2 Clima

O clima da região é do tipo **Am**, segundo Köppen. Isto porque a precipitação pluviométrica anual varia de 2250 a 2750 mm. A temperatura média anual varia de 24°C a 26°C. A umidade relativa do ar, bastante elevada, varia de 85 a 90% e a altitude média é de 90 metros acima do nível do mar (CARVALHO, 1986; EMBRAPA, 1997).

1.3.3 Vegetação

Nas proximidades da cidade de Humaitá existem algumas áreas denominadas de campos naturais, formadas por vegetação do tipo savana natural, que se transforma gradualmente em vegetação de floresta. Tais áreas estão presentes em toda a região e formam um sistema de vários campos circundados por vegetação de floresta, ocupando uma área estimada em 600 km². As savanas (campos) são áreas com vegetação xeromórfica, ou seja, adaptada a ambientes secos. Nessas áreas são encontradas, principalmente, plantas herbáceas (como gramíneas e ciperáceas), associadas ou não a árvores pequenas e a arbustos (FREITAS et al., 2002).

1.3.4 Topografia

O relevo é do tipo tabuleiro, de pequeno desnível, com os bordos ligeiramente abaulados (BRAUN e RAMOS, 1959). Os solos sob vegetação de campo nativo e sob mata

possuem atributos químicos semelhantes e mineralógicos idênticos (MARTINS *et al*, 2006).

Nos locais estudados os solos apresentam estrutura inconsolidada maciça, possui textura médio-argilosa a essencialmente argilosa, vermelho alaranjado, com pequenas quantidades de material arenoso de granulometria muito fina, com pouca variação em seus teores ao longo dos furos. Também apresenta grande concentração de ferro com coloração avermelhada intensa.

1.4 Aspectos Geológicos

O material de origem dos solos é representado por sedimentos da Formação Içá. A Formação Içá foi definida por Maia et al. (1977) para depósitos que ocorrem acima da Formação Solimões nas margens dos rios Içá e Solimões. Esta unidade geológica acha-se distribuída ao longo de um cinturão alongado no sentido N/NW-S/SE, onde perfaz cerca de 15% em área da sedimentação formada a partir do Plioceno, sendo limitada a oeste pela Formação Solimões e a leste por depósitos mais recentes. A formação Içá ocorre entre 100-140 m, em média, acima do nível do mar atual, e apresenta morfologia em colinas muito suaves, com drenagem densa desenvolvida em padrão dentrítrico a sub-dentrítrico, menos comumente em treliça, contendo tributários numerosos, longos a curtos, bem definidos e alaranjados de forma relativamente fechada.

Faciologicamente, esta unidade, de espessuras em geral inferiores a 25 m na escala de afloramento, é composta por afossilíferos, branco avermelhado claros a violáceos, representados por arenitos, argilitos e conglomerados. Os grão são, em geral, angulosos a muito angulosos e moderadamente selecionados.

Internamente, a formação Içá é incipiente a bem estratificada e, localmente maciça. As estratificações dos arenitos são do tipo cruzada a canalada, menos comumente tabular,

de médio porte. Esses depósitos acham-se tipicamente organizados em sucessões granodecrescente ascendentes contendo 3-4 m de espessura, e limitados na base por superfícies bruscas cobertas por conglomerados formados por seixo de quartzo e clastos de argilito de até 10 cm de diâmetro.

A Formação Içá ocorre diretamente sobre a Formação Solimões, com a qual forma discordância erosiva, localmente salientadas por horizontes de ferruginização. Esta superfície de descontinuidade é extensiva por toda a área de ocorrência destas unidades. O topo da formação Içá é também discordante, sendo delimitado por outra superfície erosiva localmente associada com horizonte com aparência mosqueada, denotando exposição a condições intempéricas.

Devido a ausência de fósseis, a Formação Içá não pode ser datada. Entretanto seu posicionamento estratigráfico sobrejacente a Formação Solimões depositada até o Neomioceno (MAIA et al., 1977; LATRUBESSE et al., 1994), e subjacente a depósitos datados do Neopleistoceno, permite estabelecer que sua deposição ocorreu durante o Plio-Pleistoceno.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DE CONCEITOS

2.1 A Geotermia

2.2 Geotermia Rasa

2.3 Relação da Geotermia Rasa com as Ciências Agronômicas

2.1 A Geotermia

A geotermia é o conjunto das ciências e técnicas que estudam e exploram o calor terrestre. Na superfície da Terra, a principal contribuição para a energia geotérmica é procedente da radiação solar. Enquanto que, nas camadas mais profundas, a energia geotérmica é oriunda do interior da Terra (composta por diferentes fontes). As influências das variações termais profundas são eliminadas em estudos realizados na superfície e subsuperfície terrestre, assim como, os fenômenos que ocorrem no interior da Terra não podem ser explicados pela energia que este planeta recebe do Sol.

A radiação proveniente do Sol (fonte principal de energia para o sistema Terra-atmosfera) é composta de ondas eletromagnéticas de pequeno comprimento (alta frequência), até cerca de 3 μm . Essa radiação que chega até a superfície da Terra é composta por um conjunto de radiações cujos comprimentos de onda variam de forma mais ou menos contínua, desde 0,2 a 3 μm . Determinados trechos do espectro apresentam características particulares, como a radiação ultravioleta (de 0,2 a 0,4 μm) com 9% do total de energia; a radiação visível (0,4 a 0,7 μm) com 41% do total de energia e, completando o espectro, segue-se a radiação infravermelha (0,7 a 3 μm), contendo 50% do total de energia (ECHER et al., 2001). Devido a esses pequenos comprimentos de onda, a radiação solar é denominada de *ondas curtas*.

De acordo com os conceitos de Física Moderna, um corpo para o qual o comprimento de onda emite a máxima radiação possível à sua temperatura, é denominado de “corpo negro”, e tem uma emissividade de 1,0. A superfície da Terra é uma boa aproximação de um corpo negro. A figura 2 mostra a curva de irradiância solar no topo da atmosfera, ao nível do mar e de um corpo negro.

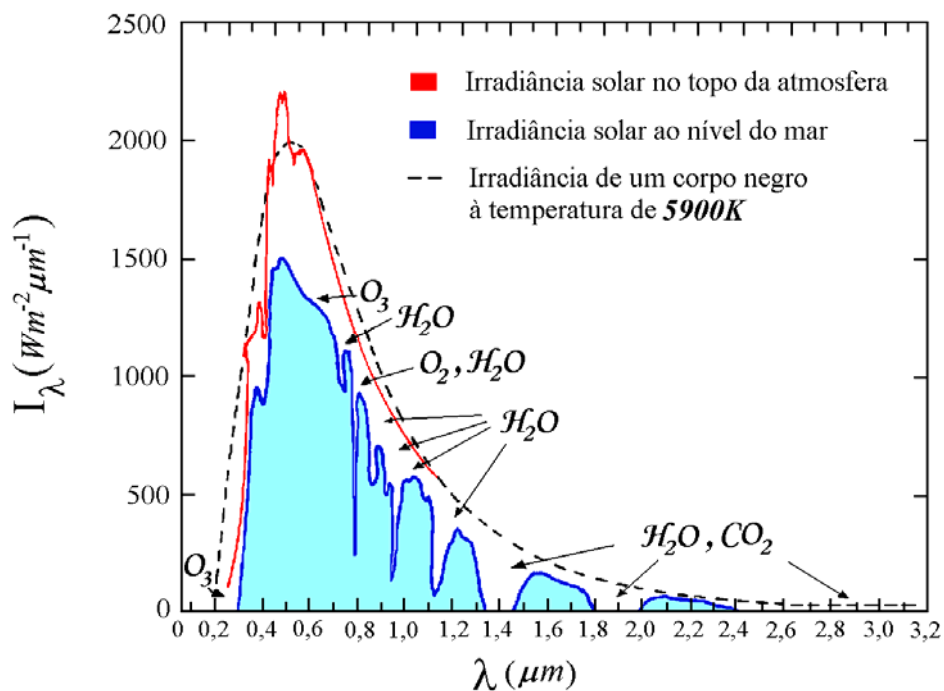


Figura 2 – Curva de irradiância solar. Fonte: ECHER et al., 2001.

Os climas e, de fato, a vida na Terra, dependem essencialmente da radiação incidente emitida pelo Sol e do seu intercâmbio radiativo com a atmosfera e a superfície da Terra, correspondendo a 99,97%, aproximadamente, do total necessário para a existência da vida e dos fenômenos físicos que ocorrem no sistema Terra-atmosfera (MOLION, 1988).

A energia do Sol é utilizada para vários fins no sistema Terra-atmosfera. A cada minuto o Sol irradia cerca de 56×10^{26} calorias de energia, da qual a Terra intercepta apenas $2,55 \times 10^{18}$ calorias (AYOADE, 1998). Embora isto represente somente meio milionésimo da energia solar total emitida para o espaço, calcula-se que seja 30 mil vezes maior que o consumo total anual de energia deste planeta.

Da radiação recebida pela superfície da Terra, uma parte desta é refletida e outra parte é reirradiada para a atmosfera, a parcela restante é conhecida como radiação líquida. Uma fração da radiação líquida é absorvida pela superfície do solo, conseqüentemente, ocorre elevação da temperatura desta superfície (aquecimento). Este aumento da

temperatura dá origem a um gradiente térmico no interior do solo, isto é, a temperatura na superfície é maior do que nas camadas abaixo da superfície do solo. Em função disto, há transferência de energia térmica da superfície para o interior do solo. Esta transferência de energia é realizada pelo processo de condução térmica, que ocorre pela transferência de energia de partícula para partícula, sem que haja o deslocamento das mesmas de suas posições originais. Portanto, de acordo com Prevedello (1996), quando o solo é umedecido aumenta sua capacidade de conduzir energia térmica, pois substitui-se o ar (quase um isolante) dos interstícios pela água, que é melhor condutor de energia térmica. Nos solos úmidos ocorre, também, transferência de energia por convecção, que é o movimento de fluidos (fluxo de massa) provocado por diferença de densidade.

A radiação solar é a maior responsável pelos fenômenos que ocorrem na superfície da Terra e na atmosfera. Entretanto, a partir de determinada profundidade em relação à superfície, seus efeitos diretos sobre a temperatura terrestre diminuem e o aumento de temperatura que se sente com o aumento da profundidade, é somente devido ao fluxo de calor oriundo do interior da Terra. Segundo Lay e Williams (1998), o fluxo de calor varia para cada região da Terra, dependendo da composição, idade e natureza do material da litosfera e dos processos que ocorrem abaixo dela.

O estudo do regime térmico do interior da Terra é de grande importância para as prospecções e explorações geofísicas. De acordo com Pacca e MacReath (2000), através do conhecimento da temperatura interna da Terra é possível definir técnicas e equipamentos usados em perfuração. Os dados geotermiais têm sido utilizados recentemente para uma previsão objetiva sobre os recursos minerais, energéticos (gás, petróleo, etc.) e hídricos, uma vez que a temperatura e a pressão, determinam o estado físico das substâncias.

Pelos Princípios da Termodinâmica, o calor flui de uma região mais quente para uma região mais fria. Entre as duas regiões a temperatura varia de forma gradual. Quanto

maior for a diferença de temperatura, maior será a quantidade de calor fluindo da região mais quente para a mais fria. Mas essa quantidade de calor depende também da capacidade da substância de transportar calor, ou seja, da sua condutividade térmica. De acordo com Araujo (1999), em camadas superficiais e subperfciais do solo, a condutividade térmica depende da porosidade, umidade e conteúdo de matéria orgânica. Por isso, ela varia de solo para solo e para um mesmo solo, de acordo com a variação dessas propriedades.

2.2 Geotermia Rasa

A geotermia rasa estuda o comportamento e efeitos termiais das camadas do solo e subsolo afetadas significativamente pelo fluxo de radiação solar incidente na superfície sólida da Terra (ARAUJO et al., 2004).

O fluxo de radiação solar incidente na superfície terrestre gera uma perturbação térmica que se propaga em direção às camadas subsuperfciais (ARAUJO et al., 2004; BELTRAMI, 2002; ARAUJO, 1999). Diversos trabalhos científicos realizados na Amazônia (OLIVEIRA et al., 2006; SOUZA et al., 2006; ARAUJO et al., 2004; ARAUJO et al., 2002; ARAUJO et al., 2001; ARAUJO et al., 1998; ARAUJO et al., 1995) mostram que, para a região Amazônica, as profundidades máximas atingidas por essas perturbações são superiores às profundidades citadas na literatura, concernentes às variações diurnas e sazonais da temperatura, atinentes a outras regiões (FERGUSON e BELTRAMI, 2005; CARSLAW e JAEGER, 1959; SELLERS, 1974). Considera-se que tais diferenças registradas nessas profundidades são oriundas, principalmente, de variações locais, tais como tipo de proteção vegetal superficial, fluxo geotermal raso e parâmetros climáticos (precipitação pluviométrica, evaporação, umidade do ar, insolação e evapotranspiração).

Segundo Beck (1965), caso não haja fontes externas de calor nas proximidades do furo ou poço perfurado, o fluxo térmico terrestre é definido como o produto do gradiente geotérmico pela condutividade térmica do material geológico local. Os gradientes de temperatura são normalmente obtidos de perfilagem em poços profundos, porém, também é possível obter-se tais valores através de perfilagem térmicas em poços rasos (ARAUJO, 1987; LEE, 1977).

Para determinar o gradiente geotérmico é necessário medidas de temperatura que podem ser realizadas através de um termômetro de termistor (ROBERTSON et al., 1966). Os termômetros de termistores são de alta precisão, $\pm 0,005$ °C, e possuem grande resistência às intempéries presentes nos trabalhos de campo. A preparação da sonda com termistor requer cuidados especiais, a fim de que o mesmo não sofra desvios provocados pela penetração de água e existência de ar no interior da sonda. Normalmente os espaços existentes entre o termistor e as paredes da sonda são preenchidos com graxa de silicone, que é um excelente condutor térmico.

O fluxo térmico terrestre, transferido por condução, propaga-se com diferentes velocidades dependendo das características do material utilizado. A condutividade térmica determina a rapidez com que o fluxo de calor flui através do material amostrado. De acordo com Von Herzen e Maxwell (1959), a medida da condutividade térmica é realizada através do método transiente de calor utilizando o aparato tipo agulha.

Horai e Nur (1970) realizaram excelentes análises acerca do relacionamento entre o fluxo geotérmico com o gradiente de temperatura e a condutividade térmica. Porém, com o avanço tecnológico, as pesquisa geotérmicas clássicas começaram a dividir espaço com as aplicadas, como mostram os trabalhos de KRCMAR e MASIN (1970), GAO e LU (1979), ARAUJO et al. (1984), ZIELINSKI et al. (1985), ARAUJO (1987) e ARAUJO (1999). Portanto, diversos estudos geotérmicos aplicados foram realizados atuando nas camadas

mais superficiais da Terra. Com isso, a geotermia rasa passou a fazer parceria com a meteorologia, como exemplo, pode-se citar os trabalhos de análise de paleotemperatura (BOWEN, 1966), estudos dos efeitos das mudanças climáticas (OLIVEIRA et al., 2008; ROY et al., 1971), perturbações térmicas na subsuperfície oriunda de atividade de queimada (STEYN e OKE, 1980), variações térmicas na subsuperfície devido a flutuações na magnitude do fluxo de radiação solar incidente na superfície terrestre (ARAUJO, 1987) e a geotermia rasa aplicada aos estudos ambientais (ARAUJO et al., 2004; ARAUJO et al., 2001; ARAUJO e CARVALHO, 1999; ARAUJO, 1999; PALHA et al., 1998).

A realização do presente trabalho também contribuiu para minimizar a expressiva lacuna de dados geotérmicos na região amazônica.

2.3 Relação da Geotermia Rasa com as Ciências Agronômicas

A influência das mudanças na estrutura geotermal rasa atinge as áreas das ciências ambientais, sociais, biológicas, florestais, climatológicas e agronômicas. As variações da temperatura do ar e do solo têm fundamental significado ecológico para os seres vivos. A temperatura do solo, no entanto, responde mais aos efeitos locais de insolação, topografia e outros efeitos semelhantes, podendo diferir muito da temperatura do ar.

As medições de temperatura do solo nas diversas profundidades são rotineiras em estações meteorológicas, formando um banco de dados essencial para análises e elaboração de modelos que contribuem para o aumento e melhoramento da produção agrícola. O fator térmico é limitante na produção agrícola, dentre as propriedades térmicas mais relevantes, a condutividade térmica, a difusividade térmica e o fluxo de calor no solo, destacam-se pelo papel que desempenham nas relações de energia do sistema solo - planta - atmosfera, (DOMISCH et al., 2001).

A temperatura do solo é de fundamental importância para a vida vegetal. O solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de água, solutos e gases, também armazena e transfere calor. A capacidade de um solo de armazenar e transferir calor é determinada pelas suas propriedades térmicas e pelas condições meteorológicas que, por sua vez, influenciam todos os processos químicos, físicos e biológicos do solo. A atividade microbiológica poderá ser interrompida, as sementes poderão não germinar e as plantas não se desenvolverem, se o solo não se apresentar dentro de uma faixa de temperatura adequada para a manutenção dos processos fisiológicos envolvidos. As propriedades físicas da água e do ar do solo, bem como seus movimentos e disponibilidade no solo, além de muitas reações químicas que liberam nutrientes para as plantas, são influenciados pela temperatura do solo. Ademais, o calor armazenado próximo da superfície do solo tem grande efeito na evaporação. As propriedades térmicas do solo e as condições meteorológicas, portanto, influem no meio ambiente das plantas (PREVEDELLO, 1996).

A cobertura vegetal e outras formas de coberturas protetoras desempenham importante função na agricultura, porque podem modificar as variações de temperatura no interior do solo, particularmente próximo da superfície, podendo alterar consideravelmente o ambiente para o desenvolvimento da flora e da fauna do solo. Portanto, pode-se admitir que é possível produzir mais e com melhor qualidade, se houver atenção com a qualidade física dos solos, promovendo-se condições para uma adequada temperatura do ambiente radicular das plantas.

A retirada da cobertura vegetal, dependendo da intensidade, pode ser considerada uma degradação ou uma perturbação ambiental, pois atua como elemento responsável pela estruturação do solo através do sistema radicular. O sistema radicular das matas, por sua vez, constitui-se em uma malha densa de raízes que confere, à porção superficial do solo,

uma defesa natural eficiente contra a ação erosiva da água, defesa esta que se manifesta na forma de resistência a erosão e aumenta, proporcionalmente, com a densidade das raízes (PRANDINI et al., 1982).

O significado ecológico da temperatura do solo e da cobertura vegetal é obviamente importante para aqueles que trabalham na agricultura. Uma temperatura do solo desfavorável durante a estação de crescimento pode retardar ou mesmo arruinar as colheitas. Muito esforço tem sido feito pelos agricultores para modificar a temperatura do solo a fim de obter bons resultados nas colheitas.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Infra-Estrutura do Projeto

3.2 Monitoramento da Estrutura Geotermal Rasa

3.3 Determinação dos Parâmetros Geotermiais

3.3.1 Condutividade Térmica

3.3.1.1 Umidade das Amostras

3.3.2 Gradiente Geotérmico

3.3.3 Fluxo Geotérmico

3.3.4 Velocidade de Transmissão da Perturbação Térmica

3.1 Infra-Estrutura do Projeto

Foram perfurados dois furos de um metro de profundidade, cada, em locais com e sem cobertura vegetal. Nestes dois furos foram instalados sensores de termistores, construídos de material semicondutor intrínseco. Nos termistores, a resistência elétrica decresce com o aumento da temperatura; são denominados de NTC (negative temperature coefficient). Os termistores foram fixados na extremidade de um fio condutor e enterrados às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, como ilustra a figura 3. A outra extremidade do fio foi conduzida a uma sala localizada à aproximadamente 23 m distante dos furos, onde foram lidas as medidas de resistência elétrica. As leituras de resistência elétrica dos termistores foram efetuadas com o emprego de um multímetro digital de corrente contínua. A superfície foi considerada a 0,02 m de profundidade, para evitar ruídos e minimizar erros de medida.

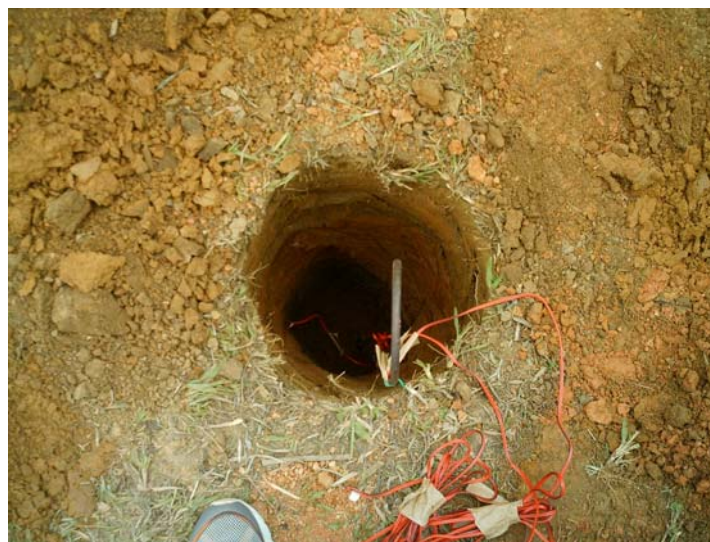


Figura 3 – Termistores fixados no local sem cobertura vegetal.

Os termistores foram calibrados utilizando-se a equação de calibração teórica existente nas literaturas (HODO et al., 2007; ARAUJO et al., 2004), e os dados do fabricante, ou seja,

$$R = R_0 \cdot e^{\beta \left[\left(\frac{1}{T} \right) - \left(\frac{1}{T_0} \right) \right]} \quad (1)$$

onde

T - temperatura absoluta do termistor ($T = 273 \text{ K}$)

R - resistência do termistor à temperatura absoluta T

R_0 - resistência do termistor à temperatura de referência T_0 ($R_0 = 5 \text{ k}\Omega$)

T_0 - temperatura do ambiente ($T_0 = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$)

β - parâmetro característico do termistor, dependente da sua composição ($\beta = 3988 \text{ K}$)

Para ratificar a calibração dos termistores feita pela equação teórica, foi realizado um experimento usando-se um banho térmico com temperatura regulável; foi medida a resistência elétrica de um dos termistores a diferentes temperaturas e comparou-se com os valores obtidos pela equação teórica. Os valores de temperatura do sensor obtidos pelos dois métodos diferiram entre si em cerca de 2 %, ou seja, o método teórico comparado com o experimental tem ótima precisão.

Com os dados supra citados foi possível a elaboração de uma curva de calibração que permitiu a conversão dos valores medidos da resistência elétrica dos termistores em valores precisos de temperatura. As variações de temperatura foram registradas com precisão de $\pm 0,01^\circ\text{C}$.

3.2 Monitoramento da Estrutura Geotermal Rasa

Através dos termistores instalados nos furos, via fiação, foram efetuadas medidas diárias dos valores da temperatura às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, nos horários das 8 h, 13 h e 18 h. Tal procedimento propiciou o monitoramento das variações diurnas e sazonais da temperatura, por um período de doze meses, ou seja, de outubro de 2007 a setembro de 2008. Estes resultados permitiram, então, o conhecimento do estado atual, e suas variações temporais, da estrutura geotermal rasa, até 1,0 m de profundidade.

3.3 Determinação dos Parâmetros Geotermais

3.3.1 Condutividade Térmica

As medidas de condutividade térmica foram realizadas através do método transiente de calor, utilizando-se o aparato tipo agulha. Este aparato é similar aos descritos por Souza et al. (2006), Araujo et al. (2004), Araujo (1999), Carvalho (1981), Smith (1973) e Von Herzen e Maxwell (1959). O aparato tipo agulha utilizado consiste em uma fonte de corrente contínua, uma fina agulha hipodérmica e um multímetro digital. No interior da agulha há um fio aquecedor e um termistor localizado em seu ponto médio. Para se efetuar as medidas de condutividade térmica, a agulha foi inserida na amostra a ser analisada e após o sistema (agulha-amostra) atingir o equilíbrio térmico, foi ligada a fonte de corrente contínua. Isto provocou o aquecimento da sonda cuja temperatura, registrada pelo termistor, variou com o tempo segundo a relação (CARSLAW e JAEGER, 1959):

$$T_s = \left(\frac{Q_s}{4\pi\lambda} \right) \ln(t) + C \quad (2)$$

onde,

T_s - temperatura da sonda

t - tempo

Q_s - fluxo de calor, por unidade de comprimento, produzido dentro da agulha pelo fio aquecedor

λ - condutividade térmica da amostra analisada

C - constante

O gráfico dos valores registrados de T_s em função de $\ln(t)$ resulta em uma relação linear cuja inclinação é dada por:

$$D = \frac{Q_s}{4\pi\lambda} \quad (3)$$

Assim sendo, desde que seja conhecido o valor de Q_s , a condutividade térmica da amostra analisada é determinada pela equação (3). O aparato tipo agulha utilizado neste trabalho apresenta as seguintes características:

$R = 361 \, \Omega$ (resistência do fio aquecedor)

$L = 6,3 \, \text{cm}$ (comprimento da agulha)

$V_{cc} = 15 \, \text{V}$ (diferença de potencial aplicada entre os terminais do fio aquecedor)

Para os parâmetros acima indicados no presente trabalho tem-se que:

$$Q_s = 9,89 \, \text{W. m}^{-1}$$

Os resultados das medidas de condutividade térmica foram obtidos com erro menor que 3%.

Foram obtidos valores diferentes de condutividade térmica para os períodos “seco”, compreendido de junho a novembro, e “chuvoso”, correspondente de dezembro a maio. Escolheu-se como mês representativo do período “seco”, outubro de 2007, e do período

“chuvoso”, março de 2008, para a realização das análises. Também foi realizado experimento no Laboratório de Geofísica da UFAM, variando-se o conteúdo de água na amostra de solo coletada no mês de março. A amostra foi inserida na estufa por dois dias consecutivos, à temperatura de 90 °C. Após este período, a amostra foi inserida em câmpnula fechada, para resfriamento, só então foram realizadas várias medidas de condutividade térmica, acrescentando-se a cada nova medida 10 ml de água.

3.3.1.1 Umidade das Amostras

O conteúdo de umidade das amostras analisadas foi determinado pela diferença de massa final e inicial das amostras usadas para análise de condutividade térmica. Com o auxílio de uma balança semi-analítica, marca SHIMADZU, 110V, com capacidade de 3200g, mediu-se inicialmente a quantidade de massa de cada amostra. Em seguida, as amostras foram inseridas na estufa à temperatura de 90 °C, por dois dias consecutivos. Então, após este período, foram realizadas novas medidas das quantidades de massa de cada amostra e determinada a diferença de massa. Os resultados do conteúdo de umidade nas amostras, foram obtidos em termos de porcentagem.

3.3.2 Gradiente Geotérmico

O gradiente de temperatura geotérmico foi determinado pela razão da variação dos valores de temperatura média mensal pelo intervalo de profundidade entre 0,02 m e 0,5 m e 0,5 m e 1,0 m, em que foram registrados tais valores de temperatura,

$$G = \frac{dT}{dz} \quad (4)$$

3.3.3 Fluxo Geotérmico

O fluxo geotérmico é definido como o produto dos parâmetros gradiente geotérmico e condutividade térmica. No presente estudo foi considerado valores de condutividade térmica diferentes para os períodos “seco” e “chuvoso”.

$$Q = G \times \lambda \quad (5)$$

3.3.4 Velocidade de Transmissão da Perturbação Térmica

Foi realizado monitoramento de 48 h, com intervalos de leitura de 1 h, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, nos dois locais, com e sem cobertura vegetal. Esses dados permitiram o cálculo da velocidade da perturbação térmica, correspondentes às profundidades de 0,02 m a 0,5 m e de 0,5 m a 1,0 m. Os cálculos foram realizados dividindo-se o deslocamento do pulso térmico pelo tempo.

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (6)$$

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variações da Temperatura no Regime Geotermal Raso

4.1.1 Introdução

4.1.2 Variações da Temperatura com a Profundidade em Local Sem Cobertura Vegetal

4.1.3 Variações da Temperatura com a Profundidade em Local Com Cobertura Vegetal

4.2 Variações de Temperatura a 0,02 m de Profundidade em Locais Com e Sem Cobertura Vegetal

4.3 Velocidade de Transmissão da Perturbação Térmica a 0,02 m, nos Locais Com e Sem Cobertura Vegetal

4.4 Variações da Condutividade Térmica

4.5 Variações do Fluxo Geotermal Raso

4.5.1 Variações do Fluxo Geotermal Raso a 0,5 m de Profundidade

4.5.2 Variações do Fluxo Geotermal Raso a 1,0 m de Profundidade

4.1 Variações da Temperatura no Regime Geotermal Raso

4.1.1 Introdução

Para o melhor entendimento do regime geotermal raso na cidade de Humaitá-AM, realizou-se esta pesquisa em locais com diferentes graus de proteção vegetal, e observou-se a variação da temperatura com a profundidade nesses referidos locais. A região apresenta um período considerado “chuvoso” que compreende os meses de dezembro a maio, e um período considerado “seco”, que compreende os meses de junho a novembro, ao longo de um ciclo climático de um ano. Nas análises realizadas foi considerado o mês de março de 2008 como representativo do período “chuvoso” e o mês de outubro de 2007 como representativo do período “seco”.

4.1.2 Variações da Temperatura com a Profundidade em Local Sem Cobertura Vegetal

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos em local sem cobertura vegetal, situado no Instituto de Agricultura e Ambiente da UFAM em Humaitá-AM.

Os valores diários da temperatura, para o período “chuvoso”, ou seja, para o mês de março de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m 1,0 m, são mostrados na figura 4, e a figura 5 mostra a variação dos valores diários da temperatura para o período “seco”, ou seja, para o mês de outubro de 2007, às 18 h, nas mesmas profundidades. Os valores máximo (dia 04) e mínimo (dias 10 e 11) da temperatura diária a 1,0 m de profundidade, para o mês de março, foram de 30,48 °C e 30,13 °C, respectivamente. Dessa forma, foi registrada variação de 0,35 °C. Enquanto que para o mês de outubro os valores máximo e mínimo foram de 32,20 °C e 31,69 °C, respectivamente, sendo que o valor máximo foi obtido no dia 15 e o mínimo no dia 01, assim, a variação registrada foi de 0,51 °C, na profundidade de 1,0 m.

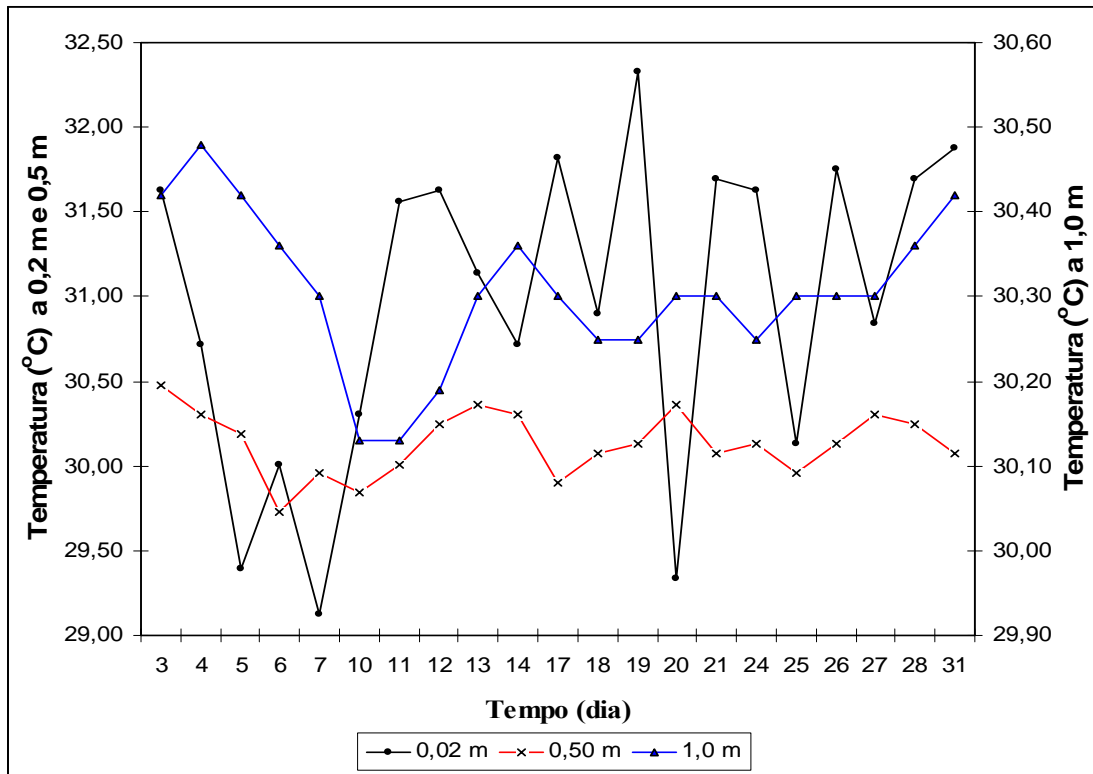


Figura 4 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de março de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.

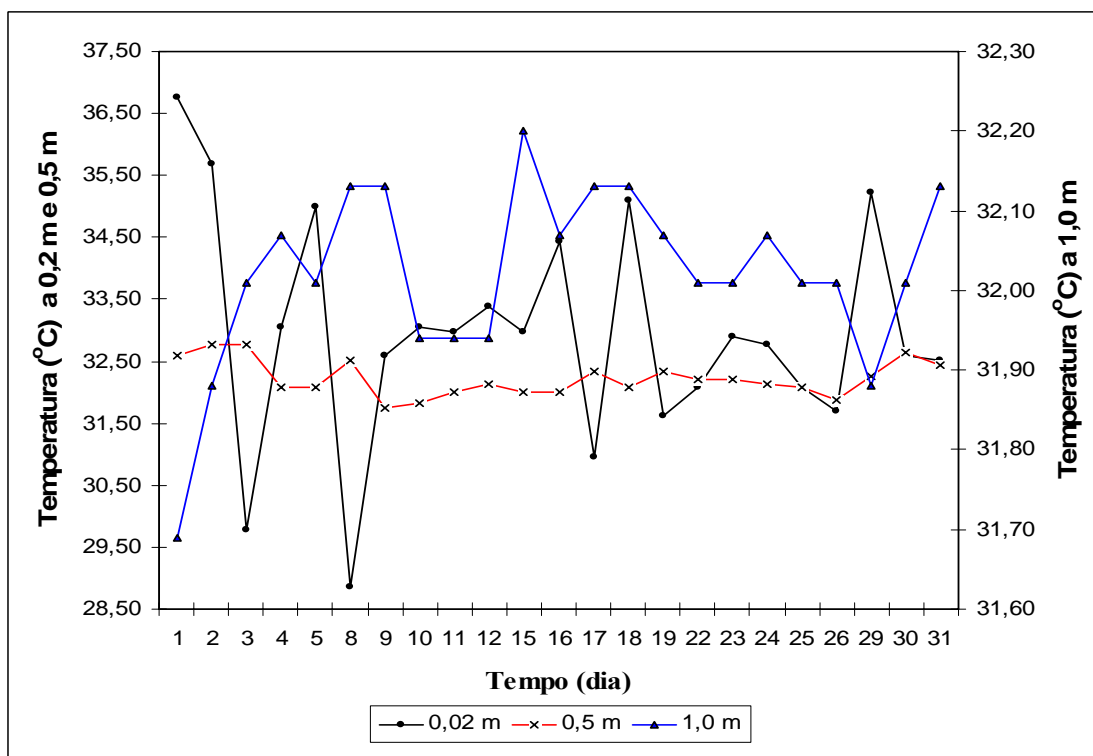


Figura 5 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de outubro de 2007, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.

Verifica-se na figura 5 que as magnitudes da temperatura à profundidade de 1,0 m são mais elevadas no período “seco” do que no período “chuvoso”, como era de se esperar.

Ainda nas figuras 4 e 5, observa-se que para a profundidade de 0,5 m, no período “chuvoso”, os valores máximo e mínimo foram de 30,48 °C e 29,73 °C, respectivamente, registrados nos dias 03 e 06. A variação desses valores foi de 0,75 °C. No período “seco”, o valor máximo registrado foi de 32,78 °C nos dias 02 e 03, enquanto que o valor mínimo foi de 31,75 °C registrado no dia 09; a variação medida foi de 1,03 °C.

Observa-se, ainda, que à profundidade de 0,02 m, no período “chuvoso”, os valores máximo e mínimo foram de 32,33 °C e 29,12 °C, respectivamente, medidos nos dias 19 e 07. A variação entre esses valores foi de 3,21 °C. Enquanto que no período “seco”, o valor máximo foi de 36,76 °C, registrado no dia 01, e o valor mínimo foi de 28,85 °C, registrado no dia 08. A variação entre o valor máximo e mínimo foi de 7,91 °C.

Para ratificar esses resultados, mostra-se a figura 6 com os valores médios mensais do período analisado, às 18 h. À 0,02 m de profundidade, no mês de março, o valor médio mensal da temperatura foi de 30,96 °C, enquanto que no mês de outubro foi de 32,96 °C, portanto, houve diferença de 2,00 °C. À profundidade de 0,5 m, o valor médio mensal da temperatura foi de 30,13 °C, para o mês de março e de 32,22 °C para o mês de outubro, conseqüentemente, a variação registrada foi de 2,09 °C. Já para a profundidade de 1,0 m, o valor médio mensal da temperatura foi de 30,31 °C, para o mês de março e de 32,02 °C para o mês de outubro, conseqüentemente, a variação registrada foi de 1,71 °C. Fica em evidência que as variações ocorridas a 0,5 m e 1,0 m de profundidade são decorrências diretas das variações da temperatura a 0,02 m de profundidade.

Ainda na figura 6, verifica-se que há variações significativas nos valores da temperatura às profundidades estudadas. Além disso, observa-se que os valores médios mensais da temperatura a 0,02 m de profundidade, referentes aos meses de novembro e

dezembro, decrescem acentuadamente em relação aos valores nas outras profundidades. Isto pode ser explicado pelo fato de que no mês de novembro teve-se a sensação de que começou a aumentar o índice de nebulosidade na área em estudo.

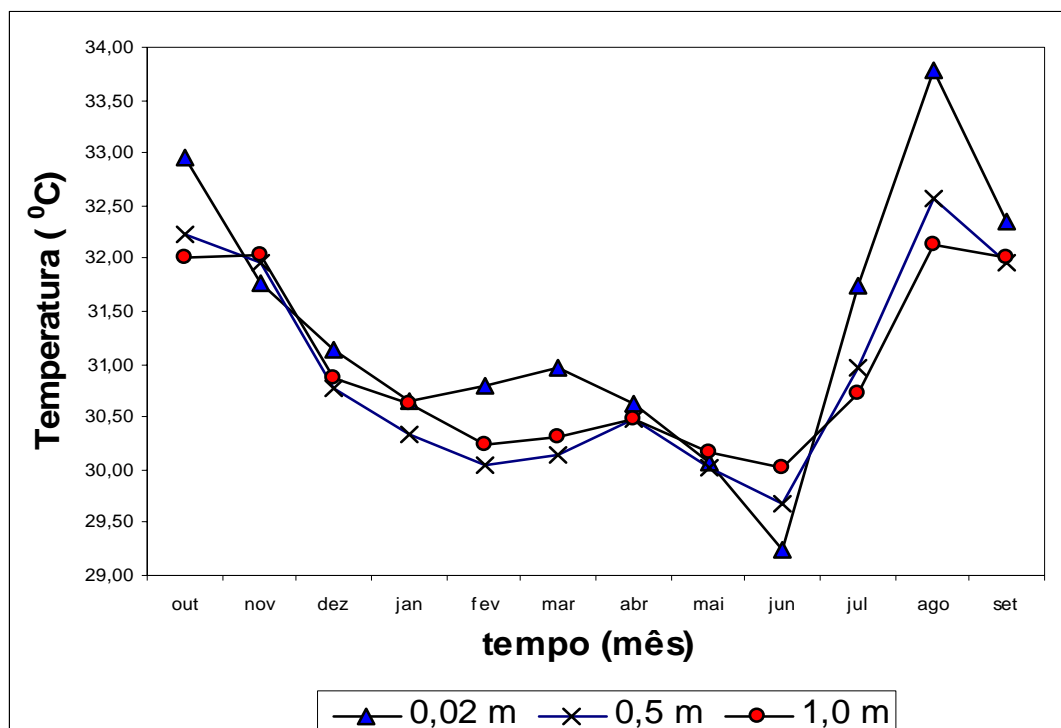


Figura 6 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.

Os valores médios mensais da temperatura às profundidades de 0,5 m e 1,0 m também decresceram, sendo que de forma mais suave, devido ao calor armazenado no período considerado “seco”. Parte do calor armazenado durante o período “seco” é liberado no período “chuvoso”, e nesse período, não existe fornecimento de calor na mesma magnitude que no período anterior, então os valores da temperatura também decrescem de maneira mais intensa nas referidas profundidades.

O comportamento observado até o momento não é característica somente das 18 h, mas permanece para todos os horários. As figuras 7 e 8 mostram valores médios da temperatura para os horários de 13 h e 8 h, respectivamente, de todo o período estudado, que corresponde ao intervalo de outubro de 2007 a setembro de 2008. A diferença

observada é apenas nos valores das magnitudes da temperatura que variam para cada horário.

Fato interessante que ocorre na cidade de Humaitá-AM, é que às 18 h, à profundidade de 0,02 m, os valores das magnitudes da temperatura, tanto diárias como as médias, permanecem elevados em relação aos outros horários do dia, durante todo período estudado. Isto é verificado comparando-se as magnitudes da temperatura nas figuras 6, 7 e 8, e também, considerando-se que nesse horário normalmente os valores de temperatura deveriam começar a diminuir, como ocorre em outras localidades, por exemplo, na cidade de Manaus, conforme mostra o trabalho de Araujo (1999). Em geral, nesse horário, a quantidade de energia incidente diminui e a quantidade de energia liberada supera a recebida. Portanto, nessa análise deve-se considerar outros fatores, como pressão atmosférica e umidade, que podem estar contribuindo para esse acontecimento, no entanto, está fora do alcance deste trabalho devido a falta de dados climatológicos local.

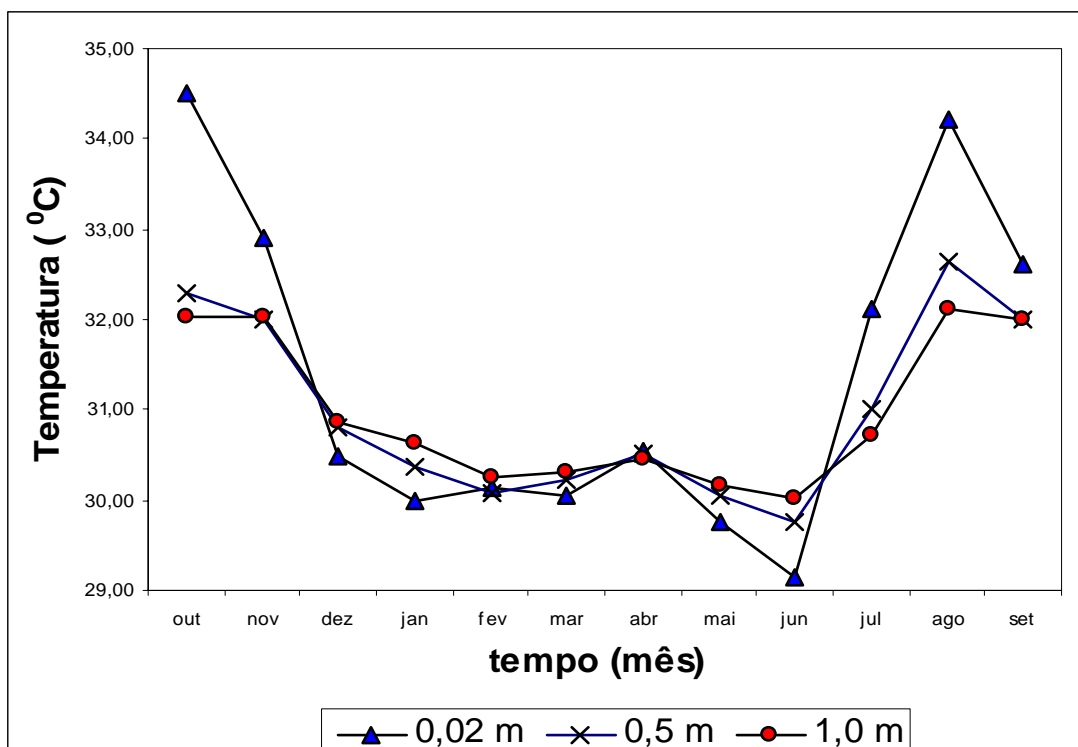


Figura 7 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.

Observa-se, ainda, na figura 8, que há maior variação entre as magnitudes dos valores médios mensais da temperatura referentes às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, às 8 h. A diferença registrada do valor médio da temperatura entre as profundidades 0,02 m e 1,0 m, no período “seco”, foi de 2,64 °C e no período “chuvoso” foi de 2,25 °C, nesse mesmo horário. Nas figuras 6 e 7 notam-se que para as profundidades referenciadas, a diferença medida entre os valores da temperatura no período “chuvoso” foi de 0,60 °C às 13 h e de 0,65 °C às 18 h. Já no período “seco” a diferença foi de 2,49 °C às 13 h e de 0,94 °C às 18 h. No período “chuvoso” as variações das diferenças de temperatura diminuem com o aumento do índice de precipitação pluviométrica, e no período “seco” as variações aumentam quando diminui o índice de precipitação pluviométrica, na região em estudo.

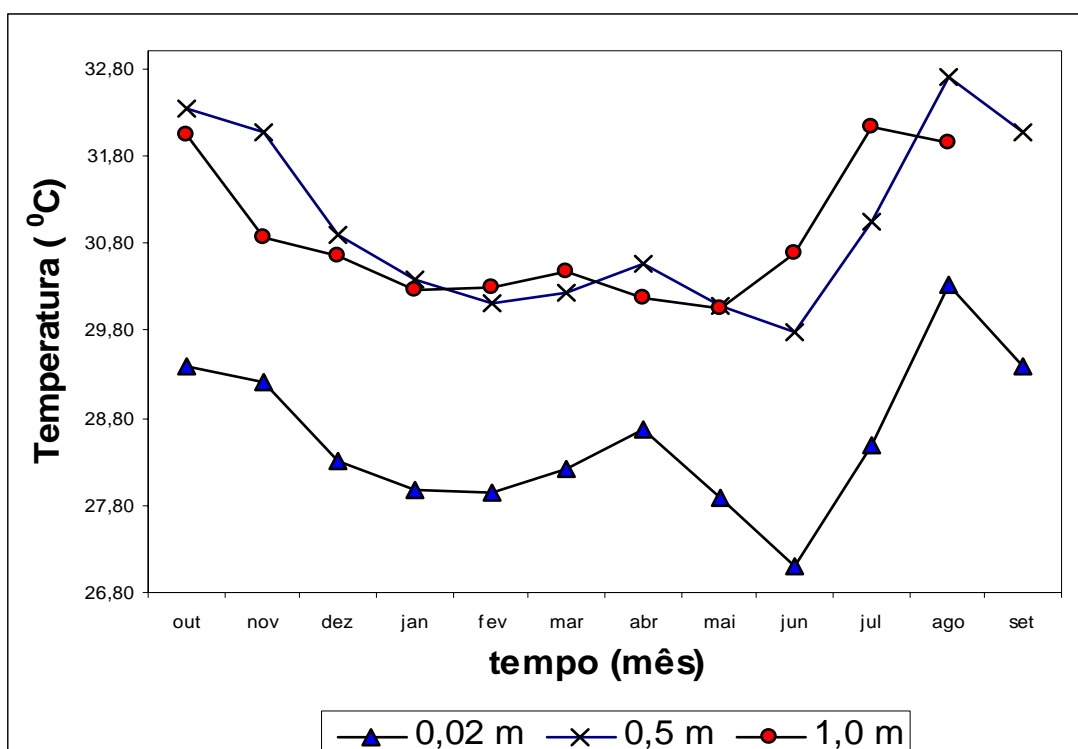


Figura 8 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local sem cobertura vegetal.

Verifica-se também, que às 8 h as magnitudes dos valores médios mensais da temperatura são menores que nos outros horários, na profundidade de 0,02 m, durante todo período. Já às 13 h e 18 h, as magnitudes dos valores médios da temperatura nessa

profundidade superam os valores das outras profundidades no período de julho/2008 a setembro/2008, e outubro/2007 a novembro/2007, o que pode ser melhor observado na figura 7.

4.1.3 Variações da Temperatura com a Profundidade em Local Com Cobertura Vegetal

Os resultados mostrados neste tópico foram obtidos em local com cobertura vegetal, também situado no Instituto de Agricultura e Ambiente da UFAM em Humaitá-AM.

Há diferença de temperatura entre o local sem cobertura vegetal e o local com cobertura vegetal, tendo sido registradas menores variações termais no local com cobertura vegetal, tanto no período “seco” como no período “chuvoso”.

Os valores de temperatura no local com cobertura vegetal, referentes ao mês de março de 2008, às 18 h, são apresentados na figura 9. O valor máximo da temperatura diária a 1,0 m de profundidade foi de 27,95 °C, obtido nos dias 13 e 14 e o valor mínimo foi de 27,64 °C, obtido no dia 18, logo, a variação registrada foi de 0,31 °C, enquanto que para o mês de outubro, o valor máximo foi de 29,39 °C, obtido no dia 04 e o mínimo foi de 29,06 °C, nos dias 26 e 27, portanto, a variação registrada foi de 0,33 °C, também à profundidade de 1,0 m, às 18 h, conforme mostra a figura 10.

Para a profundidade de 0,5 m, no mês de março, o valor máximo foi de 27,79 °C, obtido nos dias 12, 13 e 14, e o valor mínimo foi de 27,48 °C, obtido nos dias 19 e 31, registrando variação de 0,31 °C. Enquanto que no mês de outubro, o valor máximo foi de 29,56 °C, obtido no dia 03, e o valor mínimo foi de 28,58 °C, obtido no dia 15. A variação entre esses valores foi de 0,98 °C.

No mês de março, a 0,02 m de profundidade, os valores máximo e mínimo foram de 27,74 °C, no dia 11 e de 26,79 °C, no dia 18, respectivamente. A variação registrada foi

de 0,95 °C. Enquanto que no mês de outubro, os valores máximo e mínimo foram de 29,73 °C no dia 01, e de 27,29 °C no dia 03, respectivamente. A variação registrada foi de 2,44 °C. Observa-se, novamente, que há relação direta entre os valores da temperatura à 0,02 m e a 1,0 m de profundidade.

As figuras 11, 12 e 13, apresentadas a seguir, mostram os valores médios mensais da temperatura para os três horários em estudo, ou seja, 8 h, 13 h e 18 h, durante todo período estudado, no local com cobertura vegetal.

O valor médio mensal da temperatura no mês de março, à profundidade de 0,02 m, às 18 h, foi de 27,27 °C, enquanto que no mês de outubro foi de 28,52 °C, portanto, houve diferença de 1,25 °C. À profundidade de 0,5 m, o valor médio mensal da temperatura para o mês de março foi de 27,63 °C e de 29,09 °C para o mês de outubro, registrando diferença de 1,46 °C. Já para a profundidade de 1,0 m, o valor médio mensal da temperatura foi de 27,78 °C, para o mês de março e de 29,18 °C para o mês de outubro, conseqüentemente, a variação registrada foi de 1,40 °C.

Nota-se que a diferença dos valores médios mensais da temperatura no período “seco” é mensuravelmente maior no local sem cobertura vegetal, visto no item anterior, do que no local com cobertura vegetal. Com esse resultado verifica-se a importância da cobertura vegetal para a região em estudo.

Observa-se que para os três diferentes horários estudados, os valores da temperatura a 1,0 m de profundidade permanecem elevados em relação a 0,02 m de profundidade. Na região em estudo, considera-se o horário de 13 h de máxima intensidade da radiação solar incidente na superfície, e a diferença entre os valores médios mensais da temperatura a 0,02 m e a 1,0 m de profundidade, nesse horário, foi de 0,69 °C para o período “chuvoso” e de 0,68 °C para o período “seco”, conforme mostra a figura 12. No período “chuvoso”,

para os horários de 8 h e 18 h, obteve-se os valores de 0,87 °C e de 0,51 °C, respectivamente, e para o período “seco”, obteve-se 1,43 °C às 8 h e 0,66 °C às 18 h.

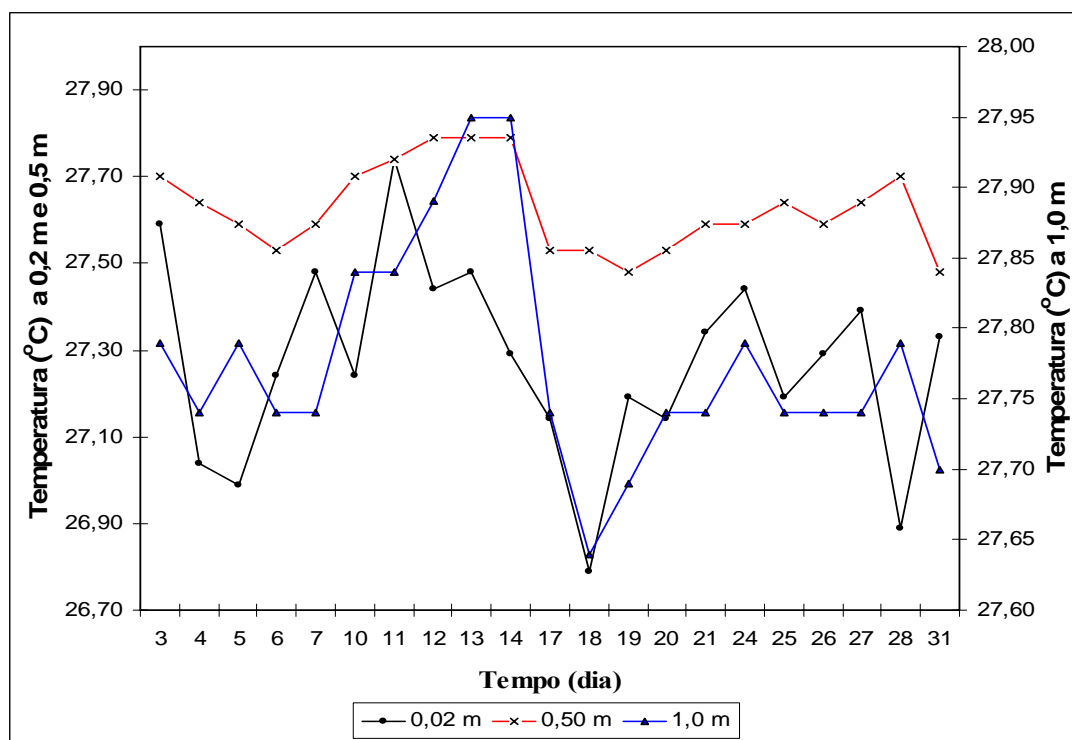


Figura 9 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de março de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.

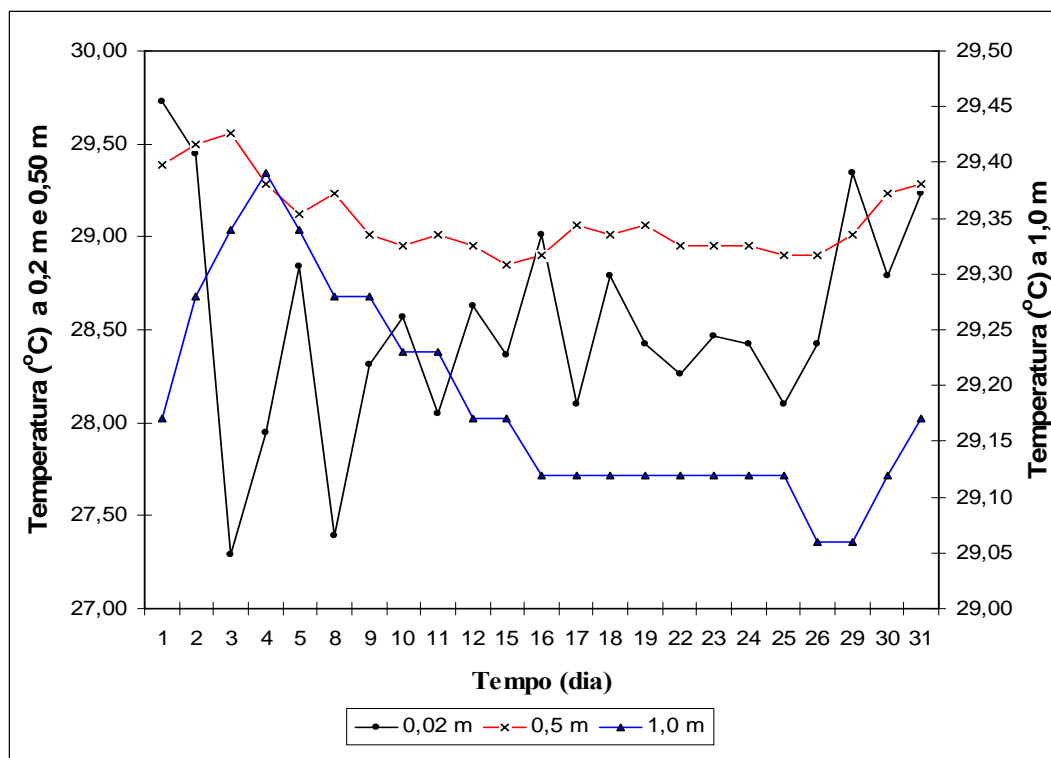


Figura 10 – Variação dos valores diários da temperatura, no mês de outubro de 2007, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.

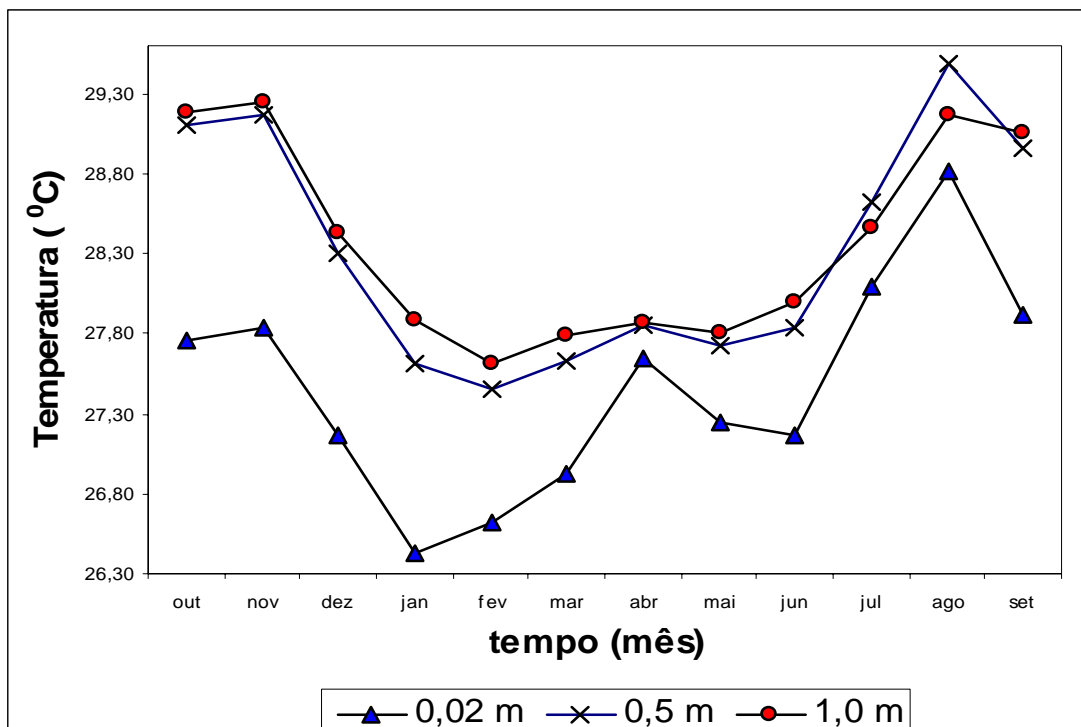


Figura 11 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.

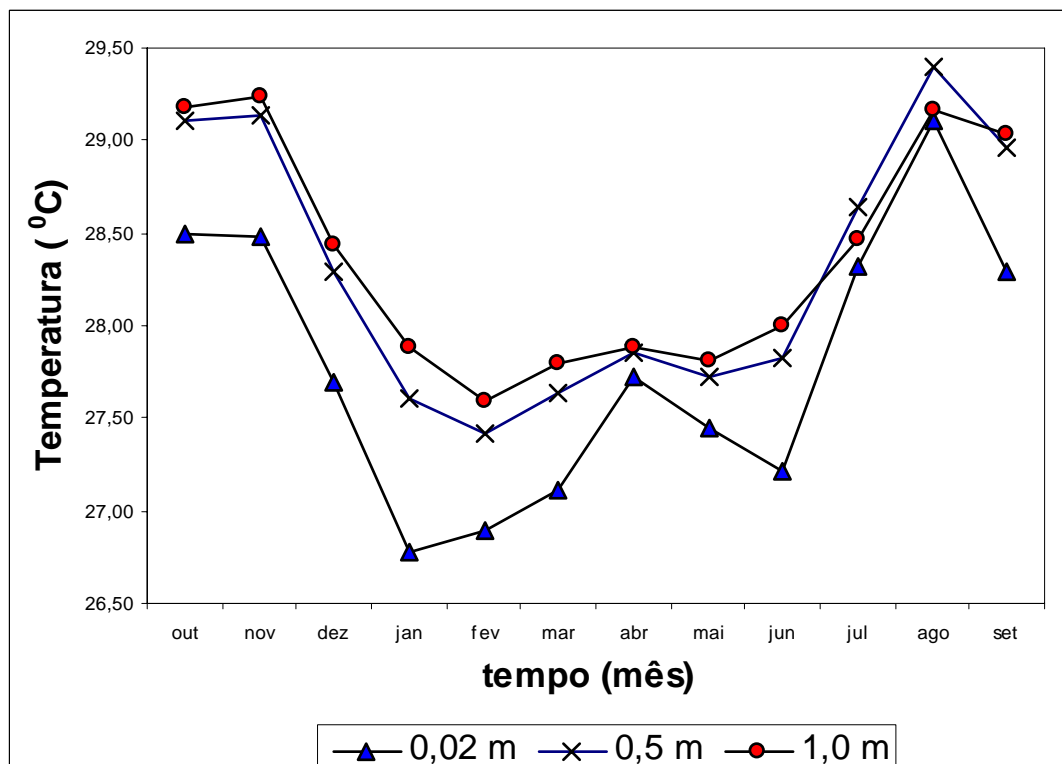


Figura 12 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.

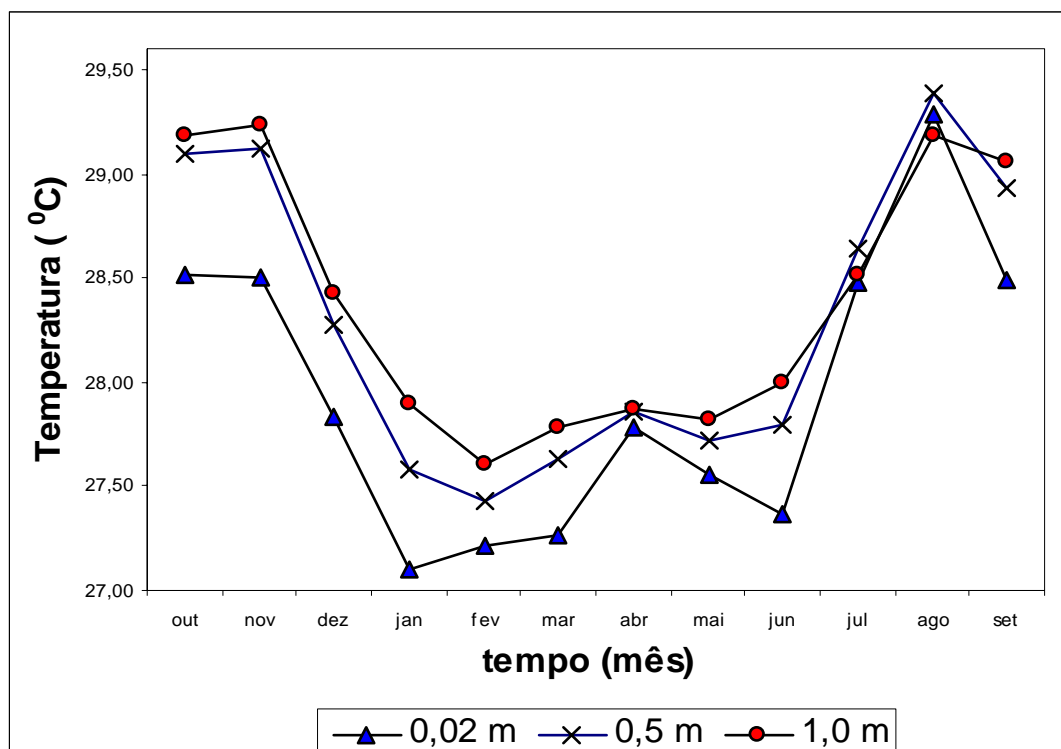


Figura 13 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, em local com cobertura vegetal.

Para ratificar a afirmação de que os valores de temperatura a 1,0 m de profundidade não podem ser negligenciados, mostra-se as figuras 14, 15 e 16, referentes aos valores médios da temperatura nos três horários de 8, 13 e 18 h, nos locais com e sem cobertura vegetal, durante todo o período estudado. Observa-se que o comportamento das curvas para os três horários são similares, porém as variações são nitidamente observadas nos dois locais, ou sejam, com e sem cobertura vegetal. As diferenças dos valores médios mensais da temperatura para o período “seco” entre os dois locais, foram de 2,83 °C às 8 h, 2,84 °C às 13 h e de 2,84 °C às 18 h. Já para o período “chuvoso” as diferença registradas entre os valores médios mensais da temperatura foi de 2,51 °C às 8 h, 2,51 °C às 13 h e de 2,53 °C às 18 h. Portanto, há diferença pelo fato de um local possuir cobertura vegetal e outro não, e a propagação do fluxo persiste à 1,0 m de profundidade, tanto em local com cobertura vegetal como em local sem cobertura vegetal, e é perfeitamente mensurável.

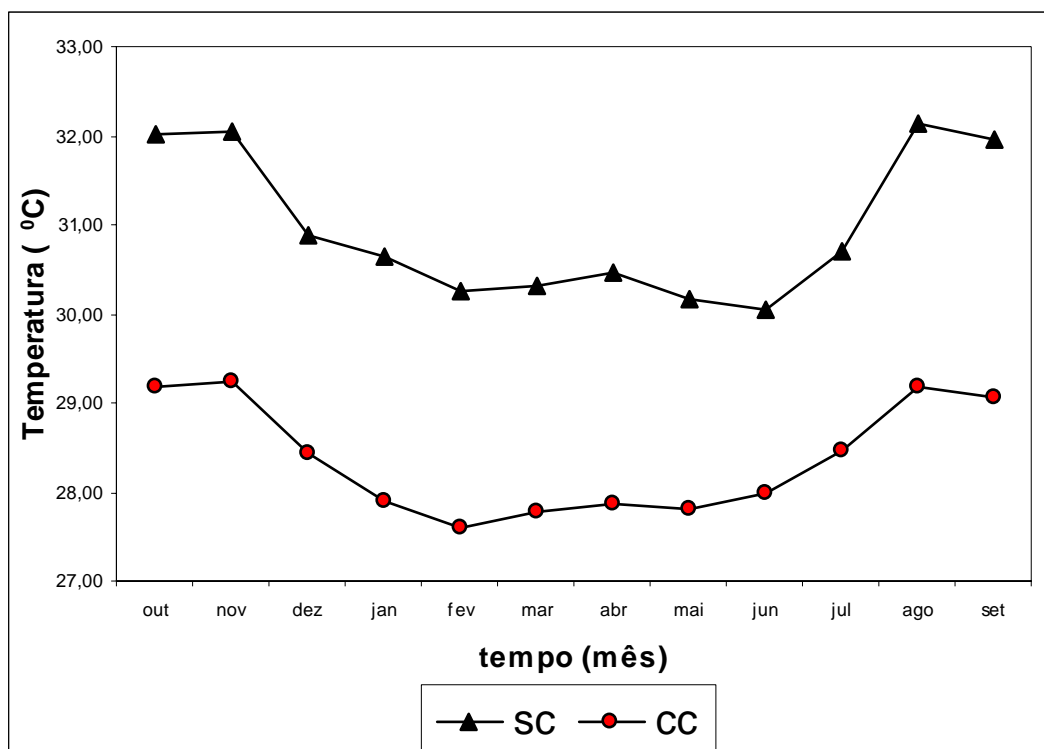


Figura 14 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, a 1,0 m de profundidade, em locais com e sem cobertura vegetal.

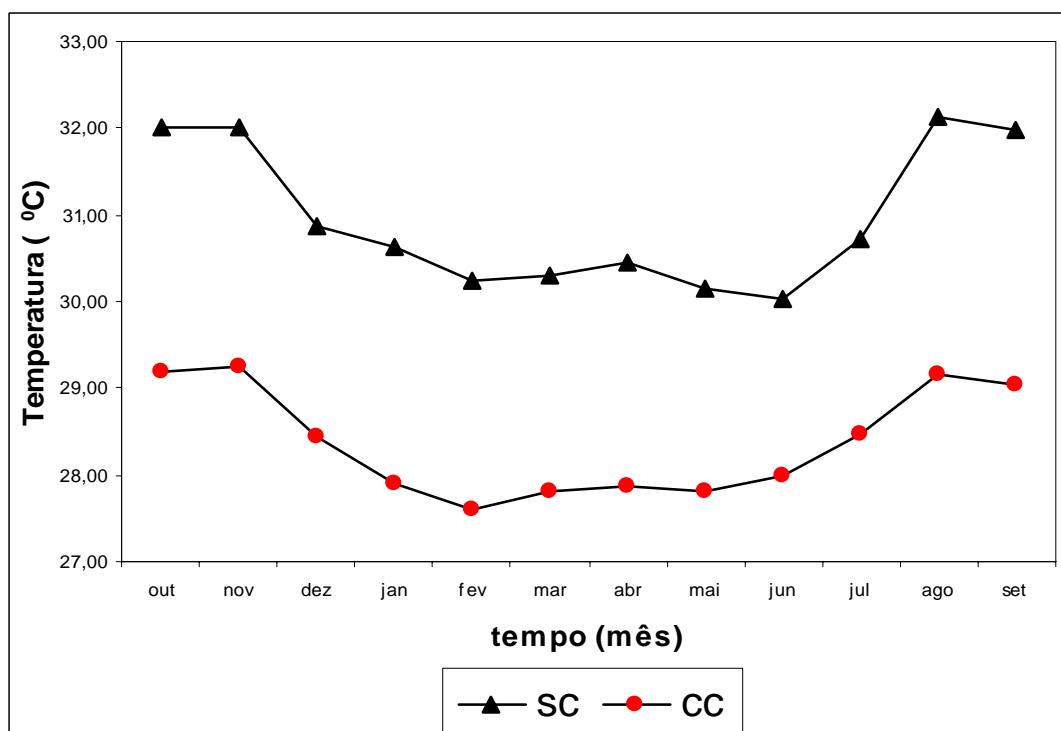


Figura 15 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13 h, a 1,0 m de profundidade, em locais com e sem cobertura vegetal.

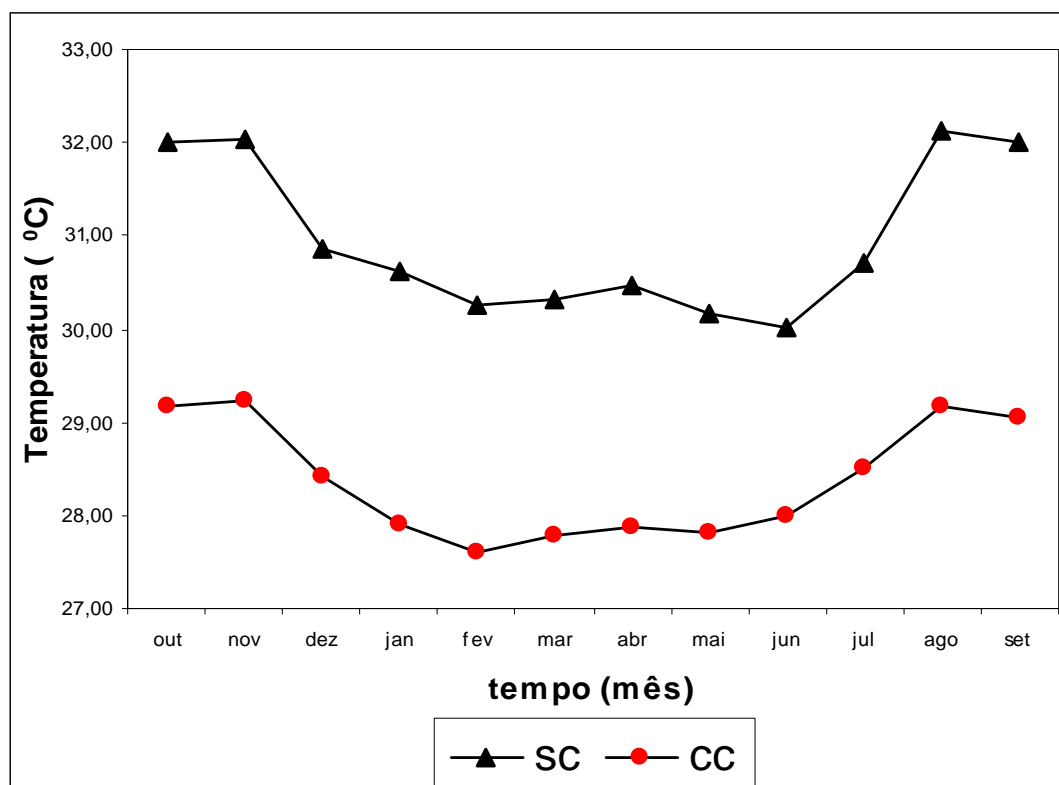


Figura 16 – Variação dos valores médios mensais da temperatura, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, a 1,0 m de profundidade, em locais com e sem cobertura vegetal.

4.2 Variações de Temperatura a 0,02 m de Profundidade em Locais Com e Sem Cobertura Vegetal

Analisando mais detalhadamente a influência da cobertura vegetal sobre a variação da temperatura na região em estudo, mostra-se os resultados referentes a um ciclo climático completo, obtidos em locais com e sem cobertura vegetal, situados no mesmo local do estudo anterior, ou seja, na cidade de Humaitá-Am, no Instituto de Agricultura e Ambiente/UFAM. A profundidade de 0,02 m, é considerada como sendo a superfície de incidência da radiação solar na região em estudo. Primeiramente, faz-se uma comparação entre os meses março de 2008 e outubro de 2007 que são representativos dos períodos “chuvoso” e “seco”, respectivamente.

Tomando-se os valores diários da temperatura para o mês de março de 2008, nos horários de 8 h, 13 h e 18 h, à 0,02 m de profundidade, nos dois locais com e sem cobertura

vegetal, observa-se que há diferença significativa entre as magnitudes da temperatura de acordo com o horário.

A figura 17 mostra a variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de março de 2008, nos locais com e sem cobertura vegetal. No local sem cobertura vegetal registrou-se o valor máximo de 28,95 °C no dia 03 e mínimo de 27,53 °C no dia 18, registrando diferença de 1,42 °C. Já no local com cobertura vegetal o valor de temperatura máximo registrado foi de 27,44 no dia 12 e mínimo de 26,40 no dia 04, com diferença de 1,04 °C. A maior diferença entre os dois locais para o mesmo dia foi de 1,85 °C, registrado no dia 20, enquanto que a menor diferença para o mesmo dia foi de 0,81 °C, registrado no dia 7. O valor médio de temperatura diária para o local sem cobertura vegetal foi de 28,21 °C, enquanto que para o local com cobertura vegetal o valor médio de temperatura foi de 26,92 °C, registrando diferença de 1,29 °C entre as médias.

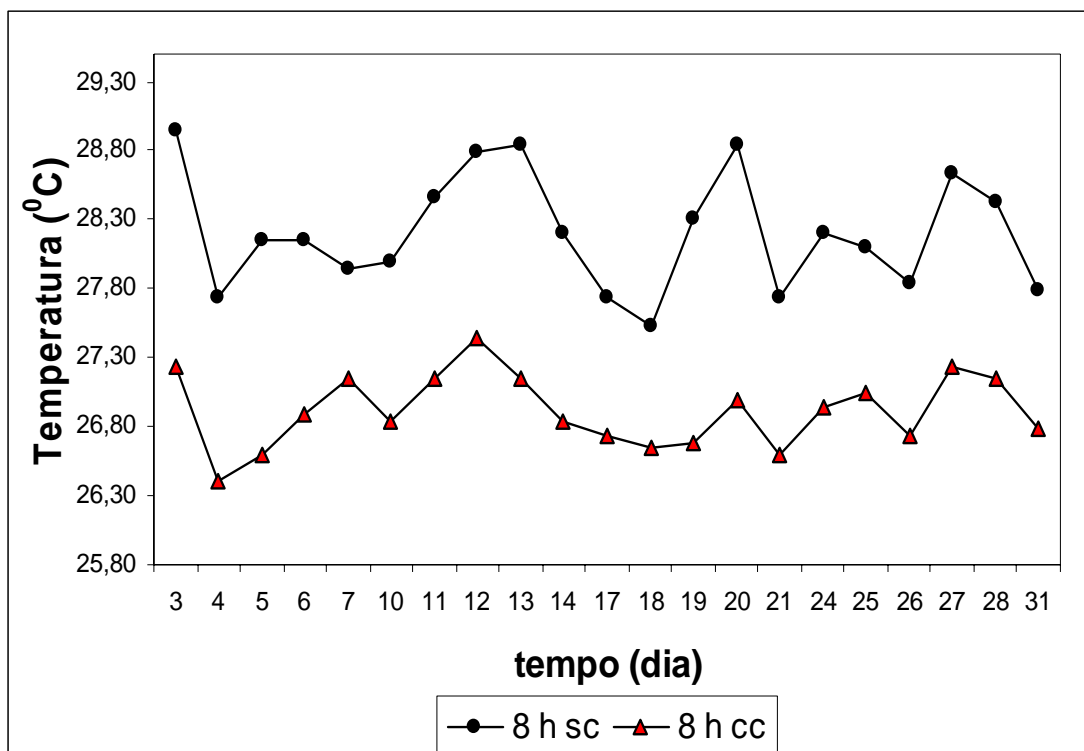


Figura 17 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de março de 2008, nos locais com e sem cobertura vegetal.

A variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de outubro de 2007, nos locais com e sem cobertura vegetal, é mostrado na figura 18. No local sem cobertura vegetal registrou-se o valor máximo de 31,63 °C no dia 29 e mínimo de 27,34 °C no dia 04, registrando diferença de 4,29 °C. Já no local com cobertura vegetal o valor de temperatura máximo registrado foi de 28,68 °C no dia 01 e mínimo de 26,41 °C no dia 04, com diferença de 2,27 °C. A maior diferença entre os dois locais para o mesmo dia foi de 3,42 °C, registrado no dia 29, enquanto que a menor diferença para o mesmo dia foi de 0,90 °C, registrado no dia 09. O valor médio de temperatura diária para o local sem cobertura vegetal foi de 29,39 °C, enquanto que para o local com cobertura vegetal o valor médio de temperatura foi de 27,76 °C, portanto, a diferença registrada foi de 1,63 °C, entre as médias.

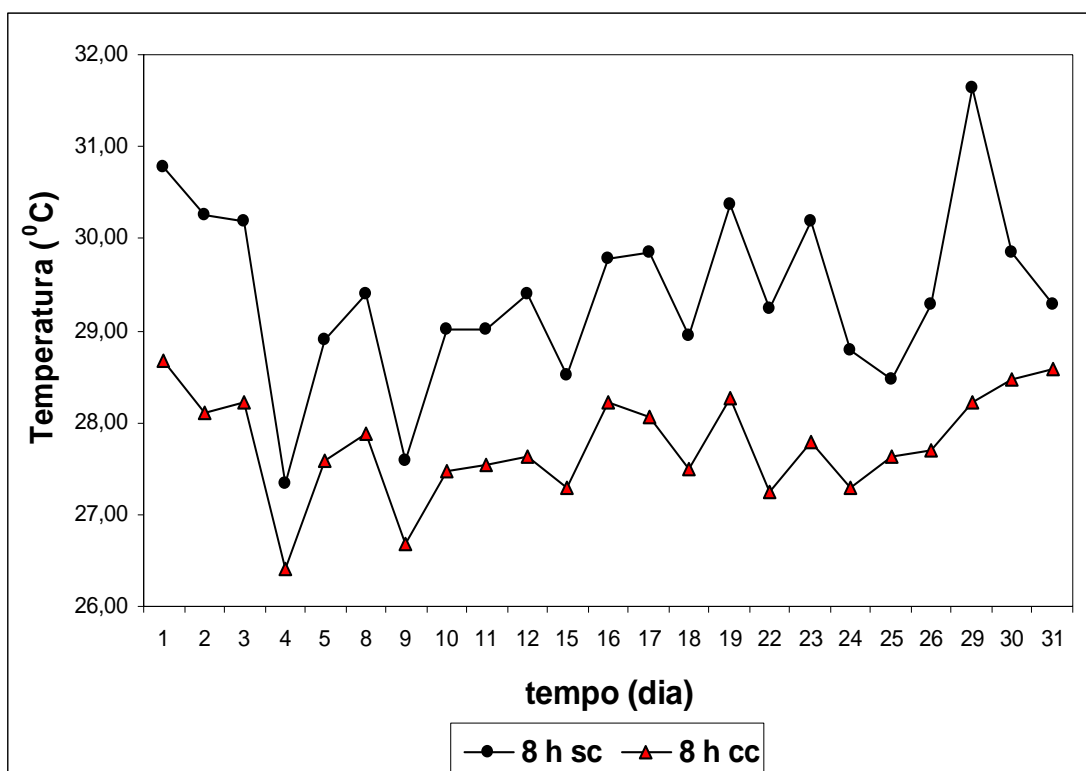


Figura 18 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de outubro de 2007, nos locais com e sem cobertura vegetal.

A figura 19 mostra os valores diários da temperatura a 0,02 m, registrada no mês de março de 2008, às 13 h, nos locais com e sem cobertura vegetal. Nesta figura observa-se, nitidamente, a influência da cobertura vegetal superficial sobre o regime geotermal raso, o que é caracterizado pelo fato de que, no mesmo horário referencial há elevada superioridade dos valores das magnitudes das temperaturas medidas no local sem cobertura vegetal, em relação aos valores referentes ao local com cobertura vegetal. Neste mês, registrou-se valores máximos de 31,56 °C e 27,59 °C, para os locais sem e com cobertura vegetal, respectivamente, havendo, portanto, diferença de 3,97 °C, no dia 11, e mínimos de 28,79 °C e 26,60 °C, com diferença de 2,19 °C, no dia 18. O valor médio da temperatura diária para o mês de março de 2008, às 13 h, foi de 30,05 °C para o local sem cobertura vegetal e de 27,11 °C para o local com cobertura vegetal. Portanto, a diferença registrada entre as médias foi de 2,94 °C.

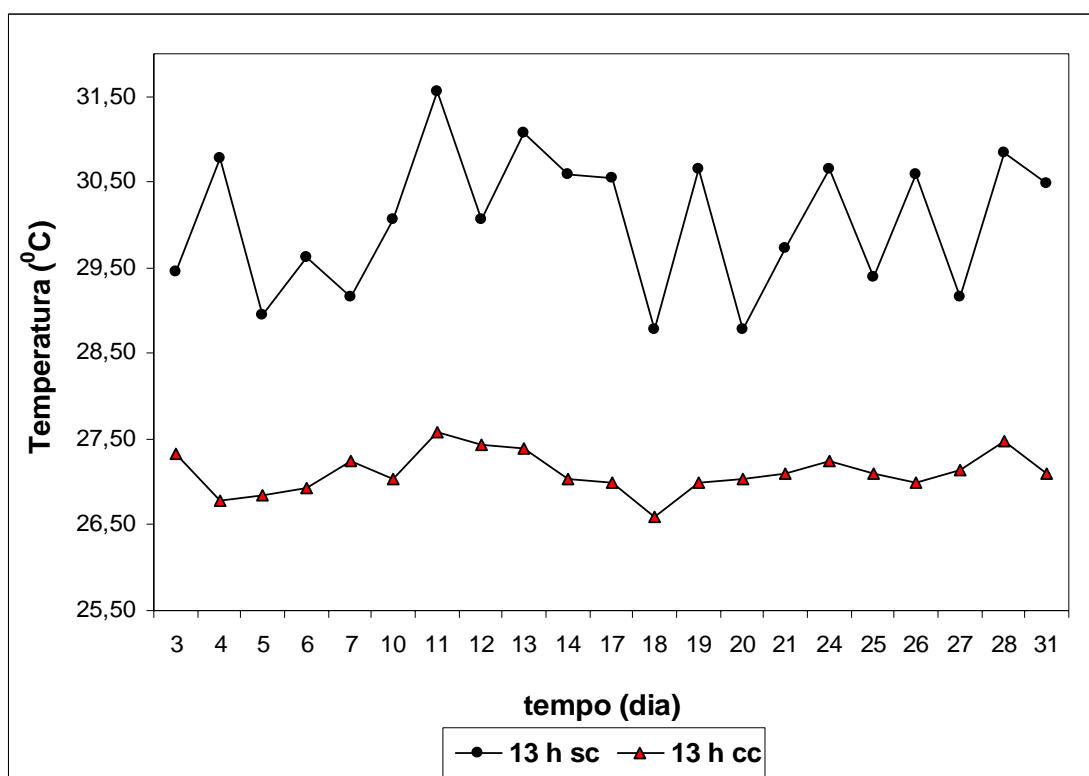


Figura 19 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de março de 2008, às 13 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.

O mesmo comportamento observa-se na figura 20, referente ao mês de outubro de 2007, às 13 h, nos dois locais estudados. No mês de outubro, registrou-se valores máximos de 38,69 °C e 29,56 °C, para os locais sem e com cobertura vegetal, respectivamente, com diferença de 9,63 °C, no dia 01, e mínimos de 29,62 °C e 27,39 °C, com diferença de 2,2 °C, no dia 26. Portanto, há diferença de até 9,63 °C apenas pelo fato de um dos locais não ter proteção da vegetação. O valor médio da temperatura diária foi de 34,51 °C para o local sem cobertura vegetal e de 28,50 °C, para o local com cobertura vegetal, no mesmo horário, conseqüentemente, a diferença entre as médias foi de 6,01 °C. Isto ratifica, portanto, a mensurável influência da cobertura vegetal nos valores de temperatura a 0,02 m. Este resultado é de suma importância, pois mensura a influência da cobertura vegetal no regime térmico de determinada região.

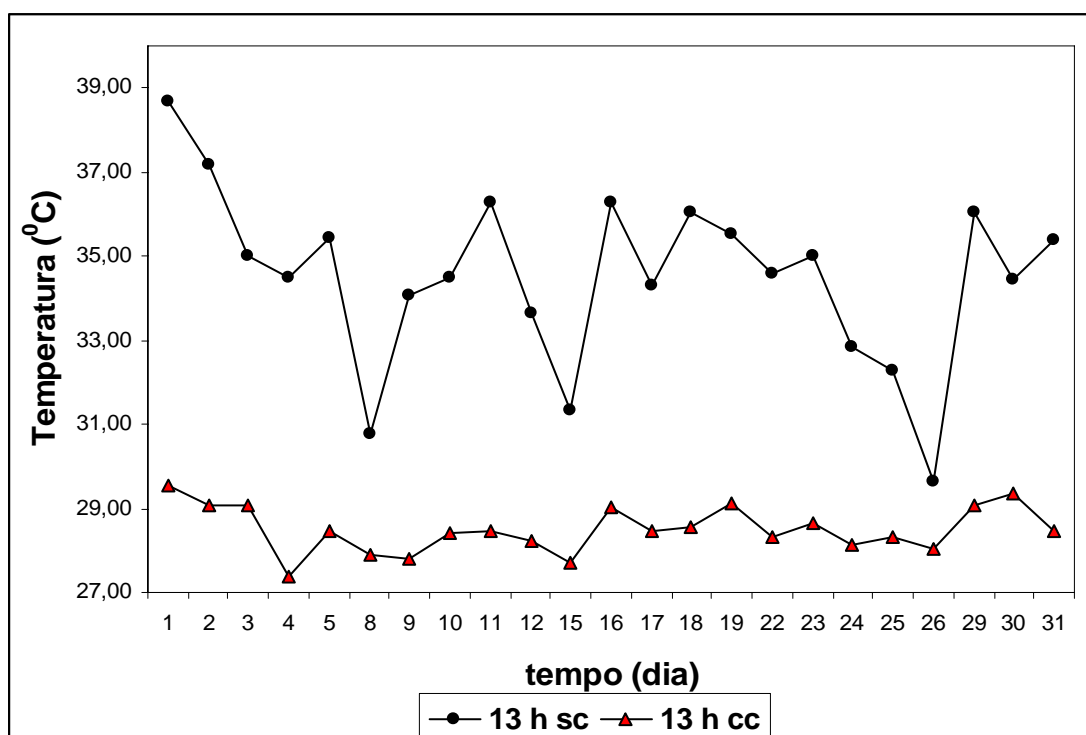


Figura 20 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de outubro de 2007, às 13 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.

As figuras 21 e 22 mostram o mesmo comportamento das figuras anteriores, sendo que estas referem-se às 18 h. Observa-se, mais uma vez, que os valores da temperatura para esse horário permanecem elevados; isso é uma característica típica da região em

estudo. Para o mês de março, figura 21, no local sem cobertura vegetal registrou-se o valor máximo de 32,33 °C, no dia 19 e mínimo de 29,12 °C, no dia 07, portanto a diferença foi de 3,21 °C. Já no local com cobertura vegetal o valor de temperatura máximo registrado foi de 27,74 °C no dia 11 e mínimo de 26,79 °C no dia 18; a diferença registrada foi de 0,95 °C. A maior diferença entre os dois locais para o mesmo dia foi de 5,14 °C, registrado no dia 19, enquanto que a menor diferença para o mesmo dia foi de 1,64 °C, registrado no dia 07. O valor médio de temperatura diária para o local sem cobertura vegetal foi de 30,96 °C, enquanto que para o local com cobertura vegetal o valor médio de temperatura foi de 27,27 °C, registrando dessa forma, diferença de 3,69 °C entre as médias.

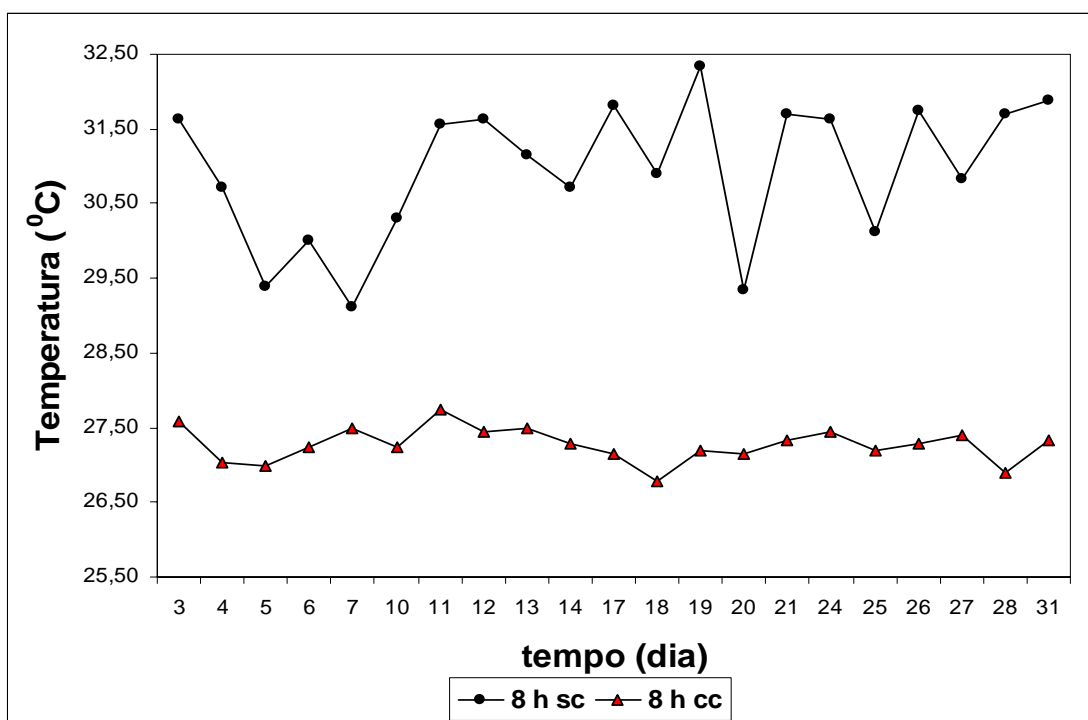


Figura 21 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de março de 2008, às 18 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.

Conforme a figura 22, o valor máximo da temperatura registrado em outubro, para o local sem cobertura vegetal, foi de 36,76 °C, no dia 01 e o valor mínimo de 28,85 °C, no dia 08, portanto a diferença foi de 7,91 °C. Enquanto que no local com cobertura vegetal o valor máximo da temperatura registrado foi de 29,73 °C no dia 01 e o valor mínimo foi de

27,29 °C no dia 03. Logo, a diferença registrada foi de 2,44 °C. Para o mesmo dia a maior diferença entre os dois locais foi de 7,03 °C, registrado no dia 01, enquanto que a menor diferença foi de 1,46 °C, registrado no dia 08. O valor médio de temperatura diária para o local sem cobertura vegetal foi de 32,96 °C, já para o local com cobertura vegetal o valor médio de temperatura foi de 28,52 °C, então a diferença entre as médias foi de 4,44 °C.

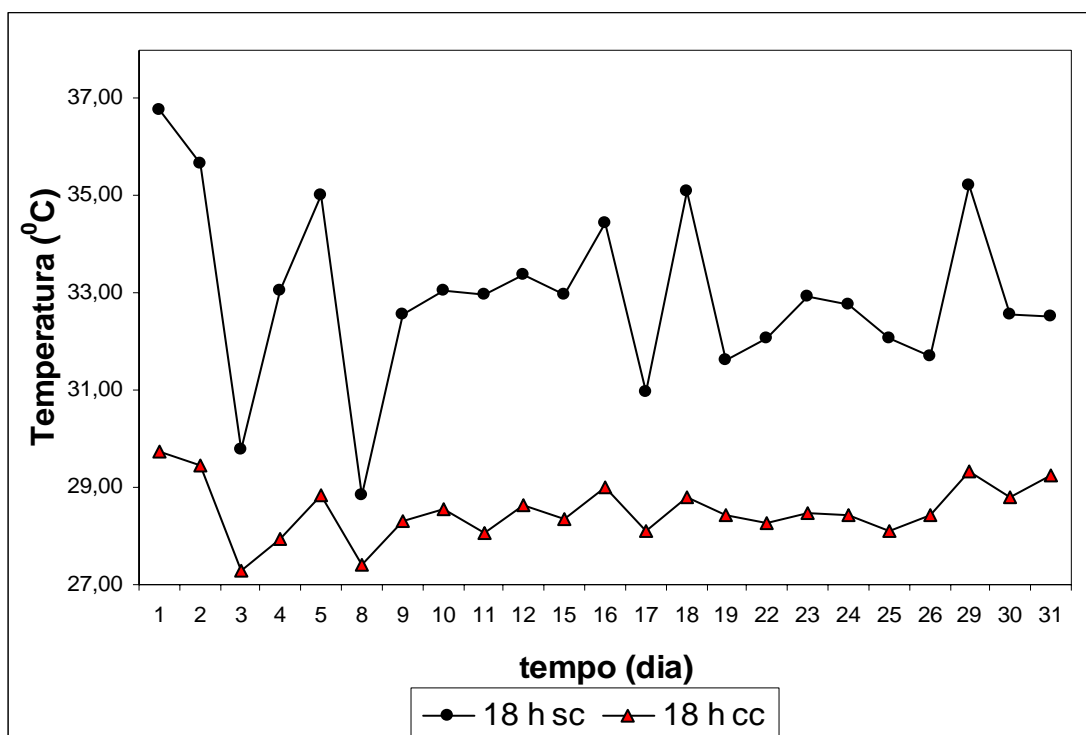


Figura 22 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, no mês de outubro de 2007, às 18 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.

As variações mensuradas não são características somente dos meses referenciados, mas permanecem ao longo de todo período estudado. Para ratificar esta afirmação, apresenta-se as figuras 23, 24 e 25, referentes aos valores médios mensais da temperatura durante o ciclo climático de um ano, nos dois locais, ou sejam, com e sem cobertura vegetal, nos diferentes horários.

Os dois locais apresentam a mesma litologia, então, pode-se dizer que a elevada diferença da variação nos valores da temperatura média mensal deve-se ao grau de proteção vegetal. Dessa forma, é possível mensurar a influência da cobertura vegetal no regime geotermal raso. A temperatura média de todo ciclo estudado no local sem cobertura

vegetal foi de 28,58 °C às 8 h, de 31,37 °C às 13 h e de 31,34 °C às 18 h, enquanto que no local com cobertura vegetal foi de 27,47 °C às 8 h, de 27,80 °C às 13 h e de 27,95 °C às 18 h. As diferenças entre as médias foram de 1,11 °C, 3,57 °C e de 3,39 °C nos horários das 8 h, 13 h e 18 h, respectivamente, conforme é observado nas figuras 23, 24 e 25.

Observa-se também, na figura 23, que há uma inversão do valor médio mensal para o mês de junho, ou seja, o valor da temperatura média no local com cobertura vegetal é maior do que o valor de temperatura média no local sem cobertura vegetal. Uma das explicações para isso, deve-se ao fato de que no período de 31 de maio a 04 de junho ocorreu na região em estudo forte diminuição nos valores diários da temperatura, que é comumente denominada de “friagem”, provocada pelo deslocamento de massa de ar polar atlântica. Devido a proteção vegetal, os valores da temperatura se mantêm maiores, pois a liberação do calor é de certa forma mais lenta do que no local sem proteção vegetal.

Durante todo o mês de junho, a temperatura a 0,02 m de profundidade oscilou mensuravelmente, no local sem cobertura vegetal. Também teve-se a sensação de que a radiação incidente manteve-se com baixa intensidade em relação aos outros meses.

A figura 26 mostra que durante o mês de junho, às 8 h, no local sem cobertura vegetal, o valor mínimo da temperatura diária foi de 25,29 °C no dia 02 e o valor máximo foi de 28,79 °C no dia 13, portanto, houve diferença de 3,50 °C. Já para o local com cobertura vegetal o valor máximo da temperatura foi de 28,31 °C no dia 13, e o valor mínimo de 25,43 °C no dia 02, logo, a diferença registrada foi de 2,88 °C. O valor médio mensal da temperatura foi de 27,10 °C para o local sem cobertura vegetal e de 27,16 °C para o local com cobertura vegetal, portanto, registrou-se diferença de 0,06 °C entre as médias. Nota-se que neste mês foram registrados os menores valores da temperatura diária no local sem cobertura vegetal.

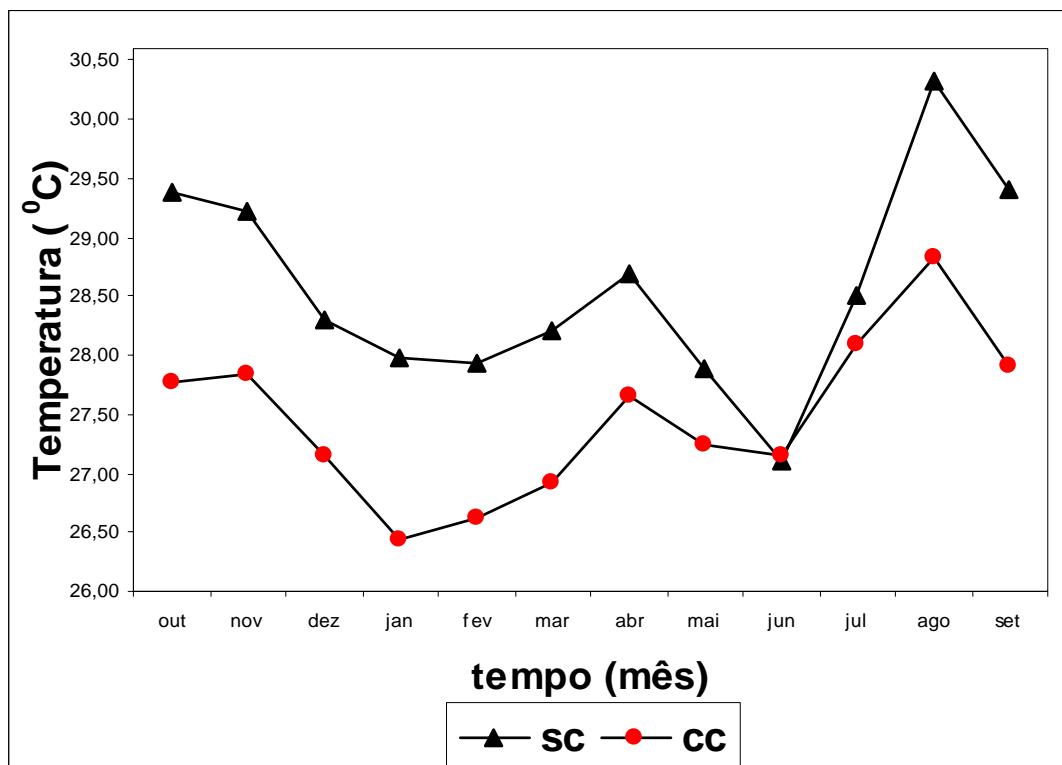


Figura 23 – Variação dos valores médios mensais da temperatura a 0,02 m de profundidade, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 8 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.

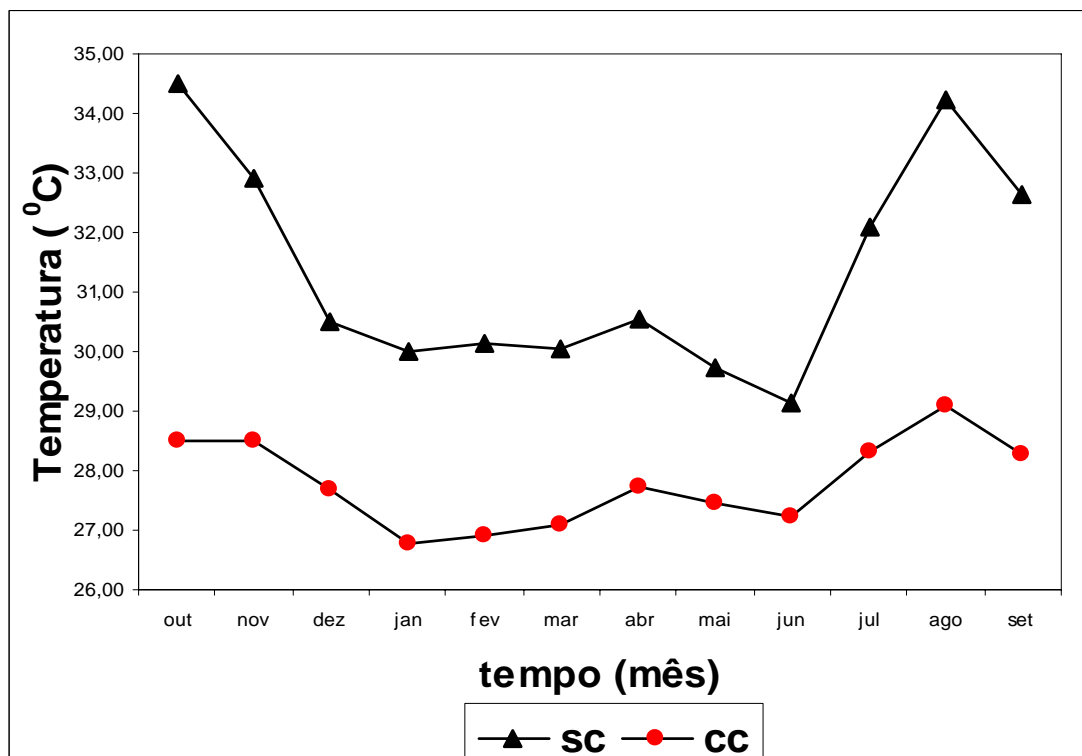


Figura 24 – Variação dos valores médios mensais da temperatura a 0,02 m de profundidade, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 13 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.

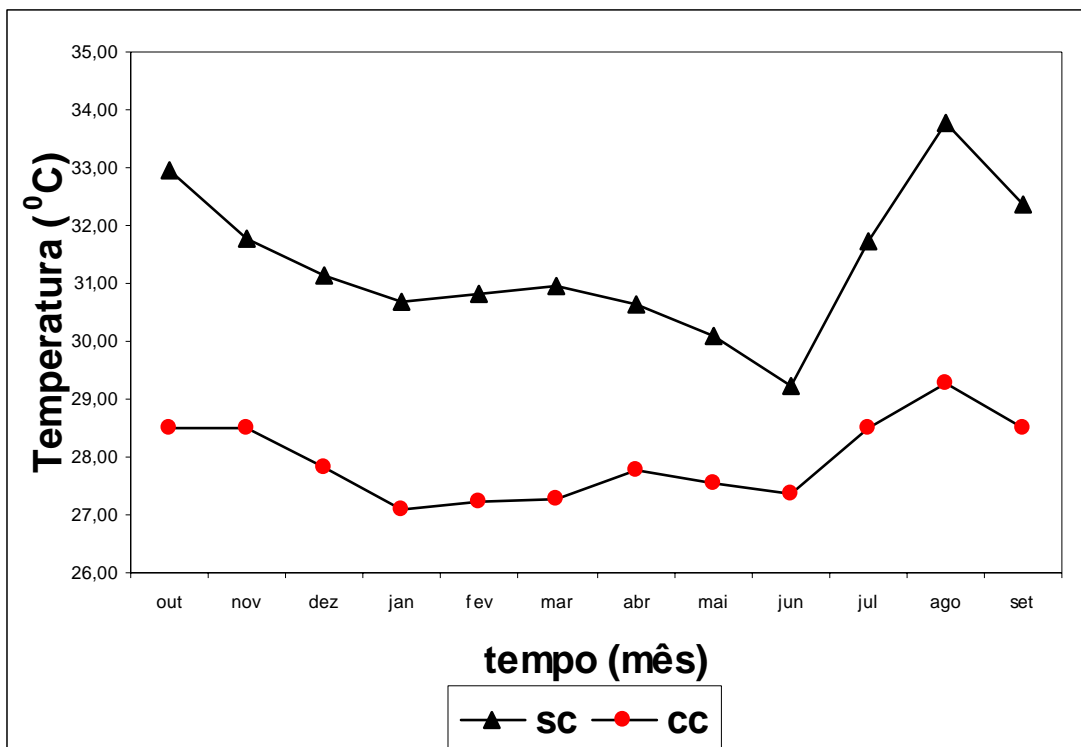


Figura 25 – Variação dos valores médios mensais da temperatura a 0,02 m de profundidade, no período de outubro de 2007 a setembro de 2008, às 18 h, nos locais com e sem cobertura vegetal.

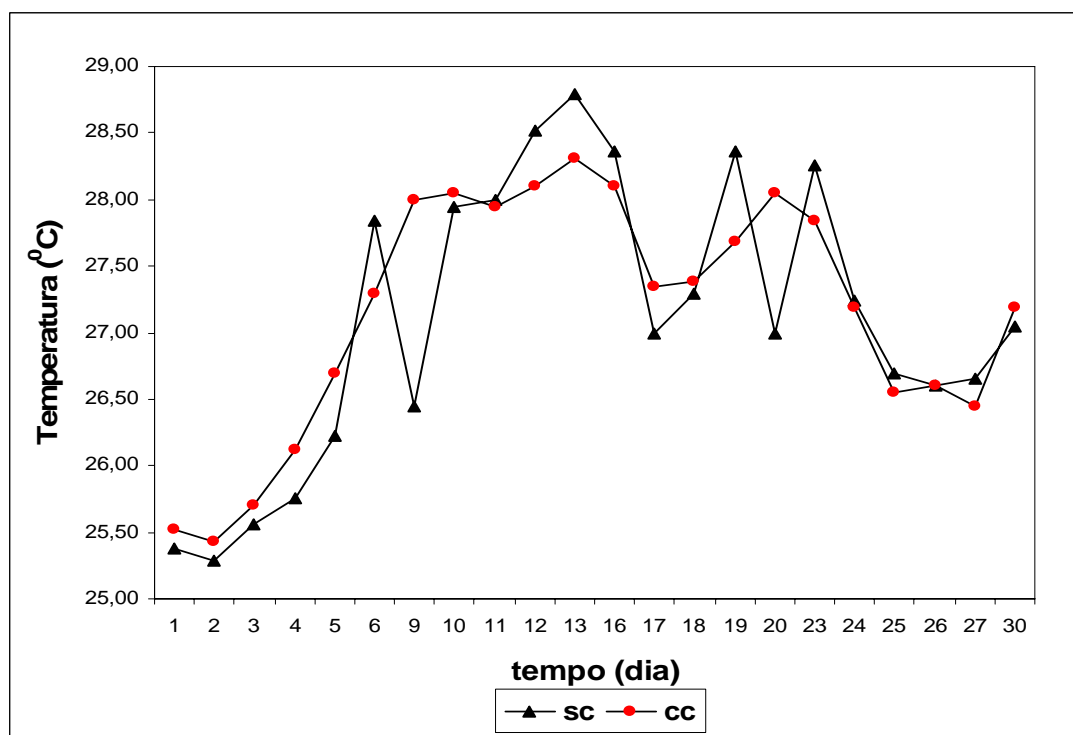


Figura 26 – Variação dos valores diários da temperatura a 0,02 m de profundidade, às 8 h, no mês de junho de 2008, nos locais com e sem cobertura vegetal.

4.3 Velocidade de Transmissão da Perturbação Térmica a 0,02 m, nos Locais Com e Sem Cobertura Vegetal

Para calcular a velocidade com que a perturbação térmica gerada a 0,02 m se propaga para a subsuperfície, foi realizado monitoramento de temperatura, às profundidades de 0,02 m, 0,5 m, 1,0 m, registrando as leituras em intervalos de 1 h, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, nos locais com e sem cobertura vegetal, situados no Instituto de Agricultura e Ambiente/UFAM, em Humaitá-AM.

Na figura 27 observa-se a propagação da onda da temperatura a 0,02 m, assim como para 0,5 m de profundidade. Verifica-se que a perturbação térmica levou um período de 13 h para atingir a profundidade de 0,5 m, o que quantifica uma velocidade de transmissão de 3,85 cm/h, no local sem cobertura vegetal. Para o local com cobertura vegetal, figura 28, o pulso térmico atingiu a profundidade de 0,5 m após um período de 18 h, o que denota a velocidade de 2,78 cm/h.

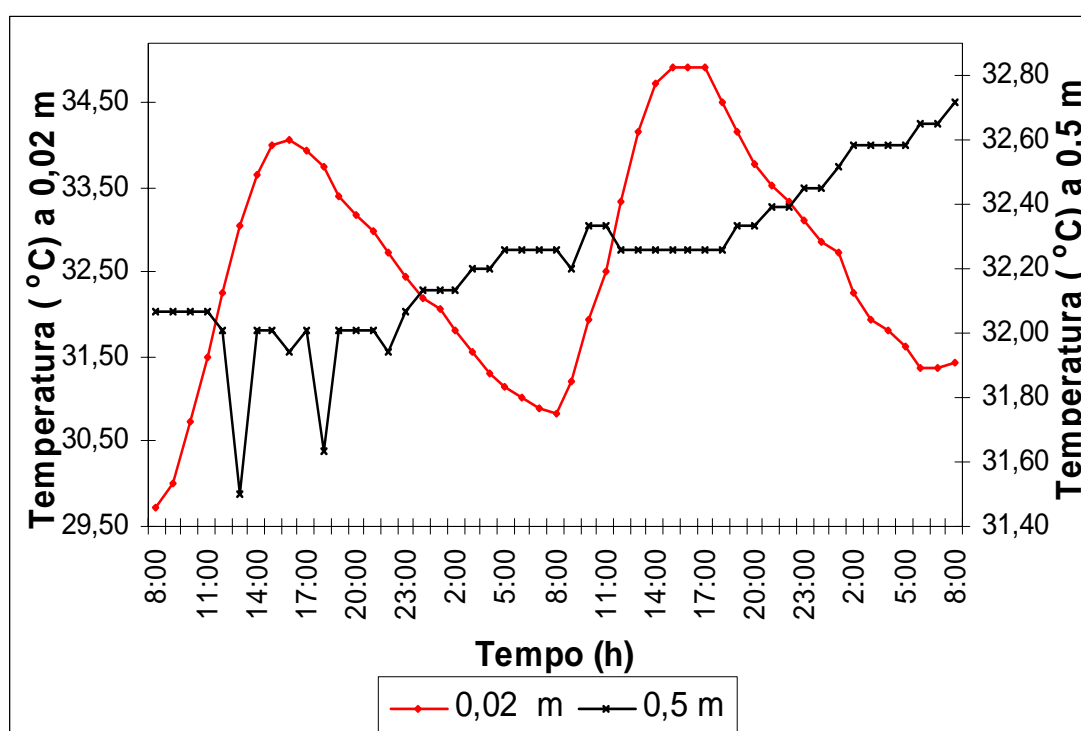


Figura 27 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 0,5 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local sem cobertura vegetal.

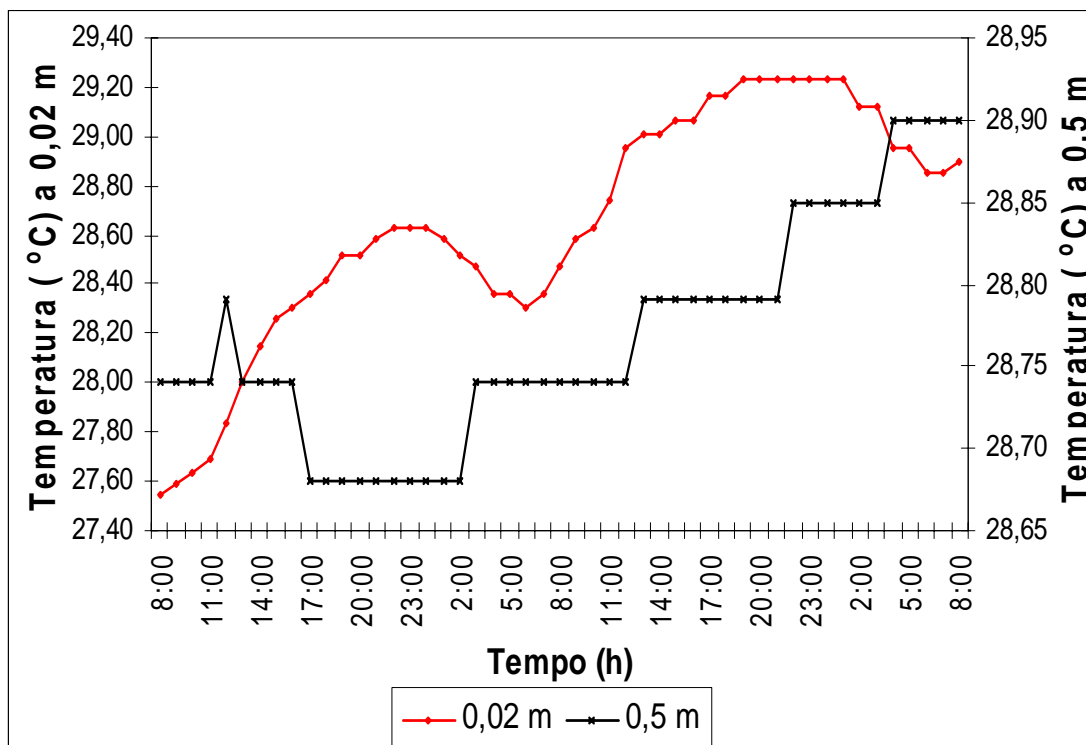


Figura 28 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 0,5 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local com cobertura vegetal.

A figura 29 apresenta a propagação da onda da temperatura a 0,02 m e a 1,0 m de profundidade, no local sem cobertura vegetal. Observa-se que o pulso levou 16 h para atingir a profundidade de 1,0 m, portanto, a velocidade quantificada foi de 6,25 cm/h. Já para o local com cobertura vegetal nessa mesma profundidade, o pulso térmico levou 29 h para atingir 1,0 m de profundidade, conforme a figura 30, logo, a velocidade de propagação foi de 3,45 cm/h.

De acordo com esses resultados, verifica-se que a velocidade de transmissão do pulso térmico em direção à subsuperfície é variável. Tal variação é devido ao gradiente geotermal raso e ao valor da condutividade térmica local. A condutividade térmica é um parâmetro físico de cada material, no entanto, pode variar para um mesmo material. Segundo Araujo (1999), a condutividade térmica de um mesmo material pode variar devido ao tamanho dos grãos constituintes, de como estes grãos estão interligados, do volume dos poros, do fluido que preenche estes poros.

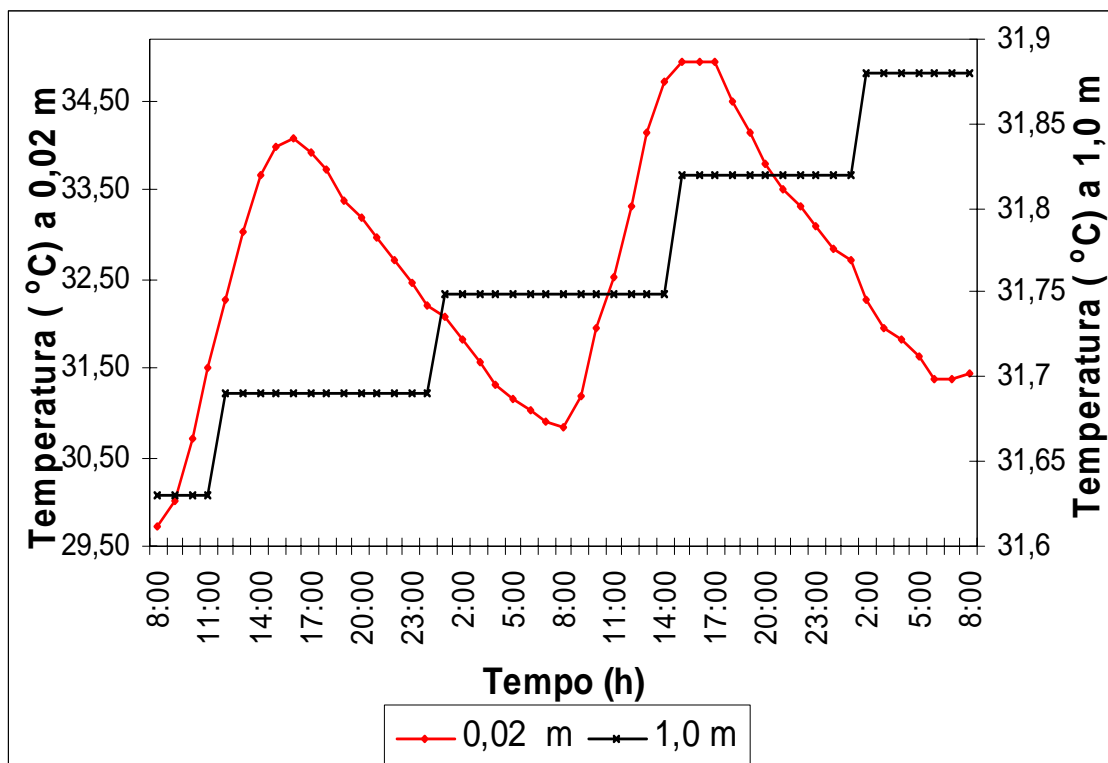


Figura 29 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 1,0 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local sem cobertura vegetal.

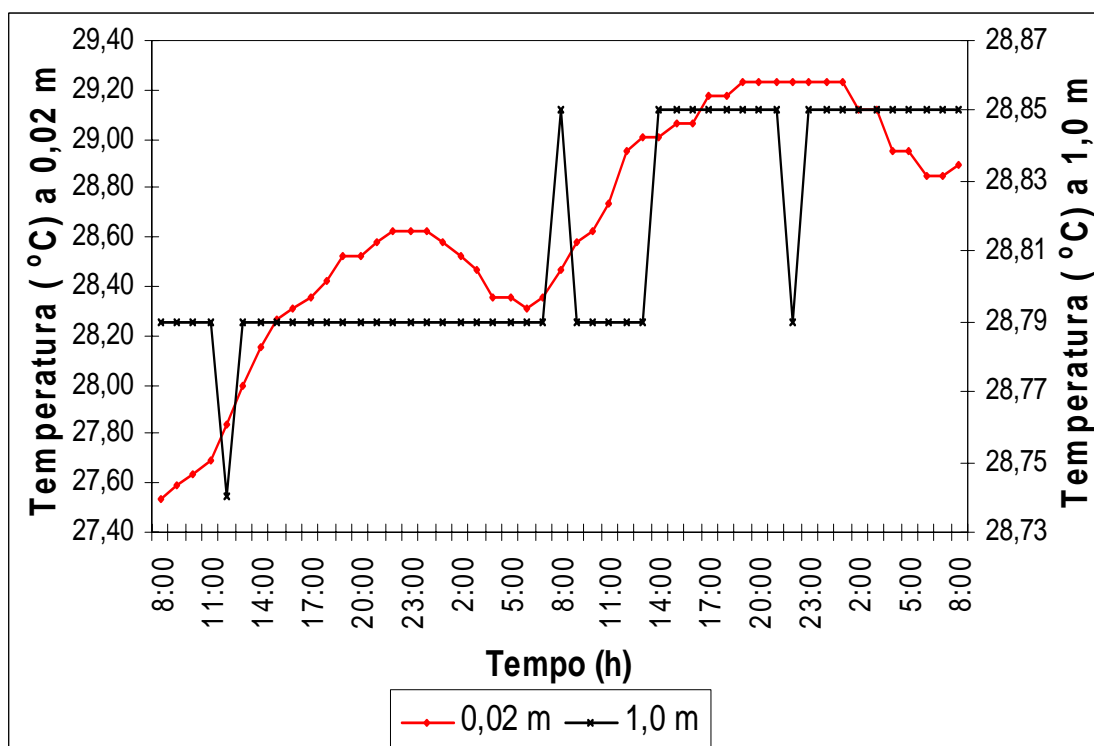


Figura 30 – Variação dos valores horários das temperaturas a 0,02 m e 1,0 m de profundidade, no período das 8 h do dia 26 às 8 h do dia 28 de setembro de 2008, em local com cobertura vegetal.

4.4 Variações da Condutividade Térmica

As propriedades térmicas do solo são observadas quando a energia térmica, isto é o calor, é fornecido ou removido do material. A capacidade de transferir calor é medida pela condutividade térmica. O estudo do fluxo de calor em determinada área exige a determinação precisa da condutividade térmica. Segundo Beck (1965), essa exigência deve-se ao fato de que o fluxo geotérmico em situações de estratificação plana pode ser definido pelo produto dos parâmetros gradiente de temperatura e condutividade térmica representativos da área em estudo, como será discutido no próximo tópico.

Conforme descrito por Holman (1983), os valores de condutividade térmica referentes a uma mesma amostra podem ser muito discrepantes entre si, caso haja variação de umidade e temperatura. Segundo Araujo (1999), em vários trabalhos realizados na região Amazônica foram mensuradas variações nos valores de condutividade térmica referentes a amostras oriundas de um mesmo local, porém coletadas em meses distintos. Neste trabalho foram realizadas medidas de condutividade térmica em amostras de solo coletadas nos períodos “seco” e “chuvoso”.

As amostras foram coletadas nos locais em estudo, situados no Instituto de Agricultura e Ambiente/UFAM, em Humaitá –AM. A coleta foi realizada a 30 cm de profundidade e as amostras apresentaram estrutura inconsolidada maciça, com textura médio-argilosa a essencialmente argilosa, de cor vermelho alaranjado, com pequenas quantidades de material arenoso de granulometria muito fina. Também apresentaram grande concentração de ferro com coloração avermelhada intensa.

Após a coleta das amostras, estas foram colocadas em recipiente próprio e imediatamente transportadas para o Laboratório de Geofísica da UFAM, onde as medidas

foram efetuadas. O procedimento para a obtenção dos valores de condutividade térmica foi realizado conforme está descrito no capítulo 3, Materiais e Métodos. Após a realização dos cálculos dos valores de condutividade térmica, foi obtido o conteúdo de água nas amostras, através do método da diferença de massas, com a utilização de uma balança semi-analítica. Os valores obtidos estão expostos no quadro 1.

PERÍODO	CONDUTIVIDADE TÉRMICA (W/m°C)	CONTEÚDO DE ÁGUA (%)
Seco	0,54	2,76
Chuvoso	1,23	3,98

Quadro 1 – Valores de Condutividade Térmica e Umidade das Amostras.

Os resultados acima apresentados constataam que a condutividade térmica varia com o conteúdo de água existente na amostra. Para ratificar tal afirmação, foi realizado um experimento no Laboratório de Geofísica da UFAM, para analisar o comportamento da condutividade térmica em função da porcentagem de água existente na amostra de solo coletada no período chuvoso. A amostra foi inserida na estufa por dois dias consecutivos, à temperatura de 90 °C. Após este período, a amostra foi inserida em campânula fechada, para resfriamento, só então foram realizadas várias medidas de condutividade térmica, acrescentando-se a cada nova medida 10 ml de água. Os resultados obtidos são mostrados na figura 31.

Observa-se que há grande variação dos valores de condutividade térmica com o conteúdo de água adicionado à amostra. Verifica-se que após adicionar 100 ml de água os valores de condutividade térmica começam a diminuir tendendo ao estado de saturação. Da mesma forma que a variação da condutividade térmica foi verificada nesse experimento, também ocorre naturalmente na região em estudo, sendo que o conteúdo de água é variável

e depende de fonte externa, ou seja, da precipitação pluviométrica local. Como o experimento foi realizado com as mesmas amostras coletadas nos locais em estudo, deve-se considerar que nesses locais não existe o estado seco e nem o estado saturado de água, portanto, o intervalo de variação da condutividade térmica obtido em laboratório e o obtido nos locais em estudo são diferentes. Outra influência ocorrente para tal diferença é devido a qualidade da água que preenche os interstícios da amostra utilizada. Em laboratório utilizou-se água potável e nos locais estudados, em pequena profundidade, a água existente devido a precipitação pluviométrica tem sua composição físico-química alterada, devido a matéria orgânica encontrada na superfície. Quando a matéria orgânica entra em decomposição, libera ácidos húmicos e fúvicos, dentre outros, os quais são ricos em íons livres, aumentando assim a acidez da água na superfície.

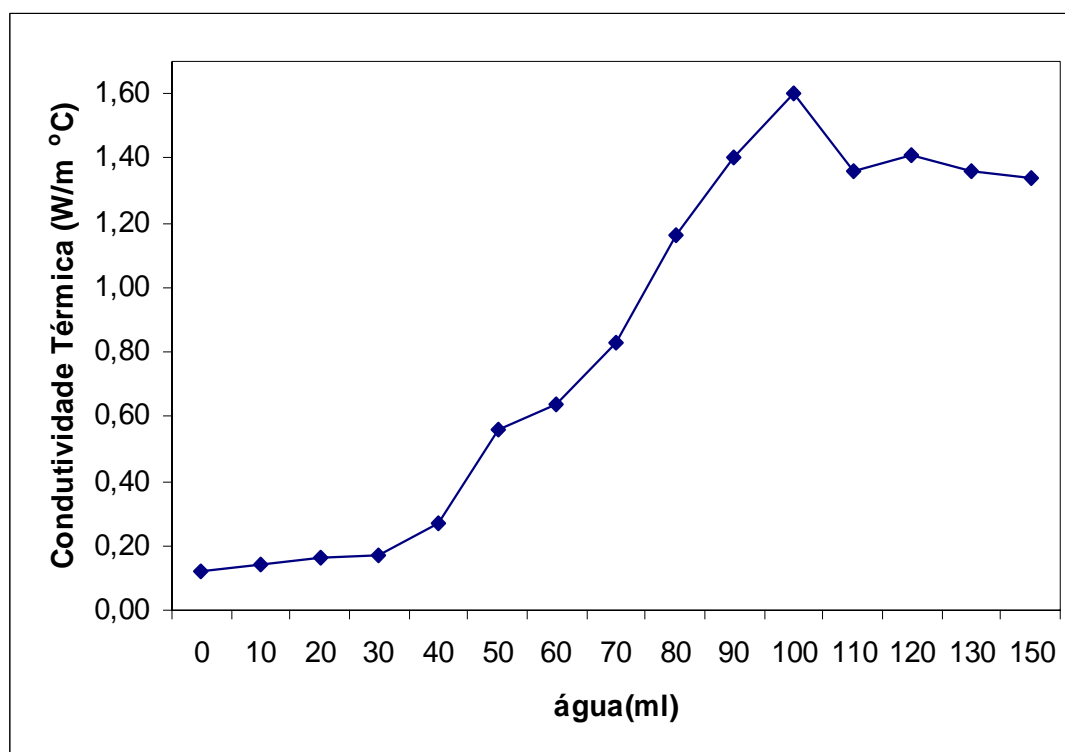


Figura 31 – Variação da condutividade térmica em função da porcentagem de água, em amostra de solo, referente ao período “chuvoso”.

Além da relação direta do conteúdo de água existente nas amostras com a precipitação pluviométrica local, há também relação inversa entre a quantidade de água

com a evaporação local. Isto é verificado no valor de condutividade térmica obtido no período “chuvoso” que é maior do que o valor obtido no período “seco”. Apesar da textura do solo ser argilosa nos locais estudados, é notável as mudanças na condutividade térmica devido a permeabilidade do material amostrado.

Verifica-se que nos estudos de Geotermia Rasa há variações significativas nos valores de condutividade térmica em pequenas profundidades, por isso é importante tomar cuidado com o uso dos valores desse parâmetro físico disponível na literatura, pois nem sempre a amostra está saturada e sua origem pode ser de locais com características ambientais diferentes. Para obter melhor precisão no cálculo do fluxo geotérmico, é necessário medir a condutividade térmica do material local em estudo.

4.5 Variações do Fluxo Geotermal Raso

O valor médio do fluxo geotermal profundo ao longo da superfície da Terra, não é homogêneo. Desde os anos 60 que se tem estado a compilar as várias medidas de fluxo geotérmico efetuadas ao longo do globo, por exemplo, tem-se diferentes valores para o fluxo de calor nos continentes, fluxo de calor nas zonas de subducção e assim para cada região estudada.

Os resultados de trabalhos realizados na região Amazônica mostram apenas, pequenas diferenças entre os valores médios do fluxo geotérmico profundo para os diversos locais estudados. No trabalho de Araujo (1987) foi obtido o valor de 42,16 mW/m^2 , para a região metropolitana de Belém-PA, enquanto que no trabalho de Carvalho et al. (1986) obteve-se o valor de 44 mW/m^2 , para a Bacia do Médio Amazonas, já no trabalho de Araujo (1999), foi obtido o valor de 44,91 mW/m^2 para a cidade de Manaus-AM. Ainda no trabalho de Vitorello (1978) foi obtido para três lugares situados no Cráton São Francisco, compreendendo rochas com idades do Ciclo Transamazônico ou mais

antigas, o valor de $41,8 \text{ mW/m}^2$. Dessa forma, neste trabalho, toma-se como referência para efeito de análises o valor médio do fluxo geotermal profundo obtido por Araujo (1999) em Manaus-AM, que é a região mais próxima dos locais estudados.

4.5.1 Variações do Fluxo Geotermal Raso a 0,5 m de Profundidade

Foram calculados os valores mensais do fluxo geotermal raso às profundidades de 0,5 m e 1,0 m para todo o ciclo climático de período de um ano, nos três horários em estudo, ou sejam, 8 h, 13 h e 18 h, nos locais sem e com cobertura vegetal. Os quadros 2 e 3 apresentam os valores mensais do fluxo geotermal raso às 13 h, a 0,5 m de profundidade, nos locais sem e com cobertura vegetal, respectivamente, e também, apresenta os valores do gradiente de temperatura e as variações da temperatura. Para a condutividade térmica foram utilizados os valores apresentados no quadro 1, de acordo com os períodos considerados como “seco” e “chuvoso”.

A figura 32 mostra os resultados dos valores do fluxo geotermal raso a 0,5 m de profundidade, às 13 h, nos locais sem e com cobertura vegetal.

Os valores absolutos mínimo e máximo do fluxo geotermal a 0,5 m de profundidade às 13 h, no local sem cobertura vegetal foram de $1,0 \text{ W/m}^2$ e de $2,51 \text{ W/m}^2$, respectivamente. De acordo com Araujo (1999), o valor médio do fluxo geotermal profundo na região de Manaus-AM é de $44,91 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$. Considerando em termos absolutos, os valores máximo e mínimo representam aproximadamente $2,1 \times 10^3$ a $5,5 \times 10^3$ acima do valor do fluxo geotermal profundo. Já para o local com cobertura vegetal, nas mesmas condições físicas, os valores foram de $0,33 \text{ W/m}^2$ para o valor mínimo e de $2,10 \text{ W/m}^2$ para o valor máximo, o que representa em termos absolutos de 634,8 a $4,6 \times 10^3$ acima do valor médio do fluxo profundo na região em estudo. A variação entre o máximo e o mínimo no local sem cobertura vegetal foi de $1,51 \text{ W/m}^2$, enquanto que no local com

cobertura vegetal foi de $1,77 \text{ W/m}^2$, o que representa $3,3 \times 10^3$ e $3,8 \times 10^3$ acima do valor médio do fluxo profundo terrestre local.

Tempo (mês)	ΔT (°C)	ΔZ (m)	G (°C/m)	Q (W/m²)
Outubro/2007	-2,23	0,5	-4,65	-2,51
Novembro/2007	-0,89	0,5	-1,85	-1,00
Dezembro/2007	0,32	0,5	0,67	0,82
Janeiro/2008	0,38	0,5	0,79	0,97
Fevereiro/2008	-0,06	0,5	-1,13	-0,15
Março/2008	0,16	0,5	0,33	0,41
Abril/2008	-0,01	0,5	-0,02	-0,03
Mai/2008	0,29	0,5	0,60	0,74
Junho/2008	0,61	0,5	1,27	0,69
Julho/2008	-1,1	0,5	-2,29	-1,24
Agosto/2008	-1,58	0,5	-3,29	-1,78
Setembro/2008	-0,61	0,5	-1,27	-0,69

Quadro 2 - Valores mensais do fluxo geotermal a 0,5 m de profundidade, às 13 h, para o local sem cobertura vegetal.

Tempo (mês)	ΔT (°C)	ΔZ (m)	G (°C/m)	Q (W/m²)
Outubro/2007	0,60	0,5	1,25	0,68
Novembro/2007	0,66	0,5	1,38	0,74
Dezembro/2007	0,60	0,5	1,25	1,54
Janeiro/2008	0,82	0,5	1,71	2,1
Fevereiro/2008	0,52	0,5	1,08	1,33
Março/2008	0,53	0,5	1,10	1,36
Abril/2008	0,13	0,5	0,27	0,27
Mai/2008	0,27	0,5	0,56	0,69
Junho/2008	0,61	0,5	1,27	0,69
Julho/2008	0,32	0,5	0,67	0,38
Agosto/2008	0,29	0,5	0,60	0,33
Setembro/2008	0,67	0,5	1,40	0,75

Quadro 3 - Valores mensais do fluxo geotermal a 0,5 m de profundidade, às 13 h, para o local com cobertura vegetal.

O valor médio do fluxo geotermal raso, no local sem cobertura vegetal, foi de $-0,31 \text{ W/m}^2$, e de $0,91 \text{ W/m}^2$ no local com cobertura vegetal, portanto, registrou-se variação de $0,60 \text{ W/m}^2$; isso representa em termos absolutos, $1,2 \times 10^3$ acima do valor médio do fluxo profundo na região. O sinal negativo indica que o fluxo geotérmico flui no sentido das camadas de menor para as de maior profundidade, o que ocorre na maior parte do período estudado no local sem cobertura vegetal; o sinal positivo indica o inverso, ou seja, o fluxo geotermal flui no sentido das camadas de maior para as de menor profundidade, ocorrendo no local com cobertura vegetal e em alguns meses no local sem cobertura vegetal. Nota-se que esses resultados são extremamente elevados em relação ao valor médio do fluxo geotermal profundo, portanto, não se pode dizer que fluxo geotérmico raso local encontrado é oriundo somente do interior da Terra, conseqüentemente, há mensurável influência da fonte externa no regime geotermal raso local.

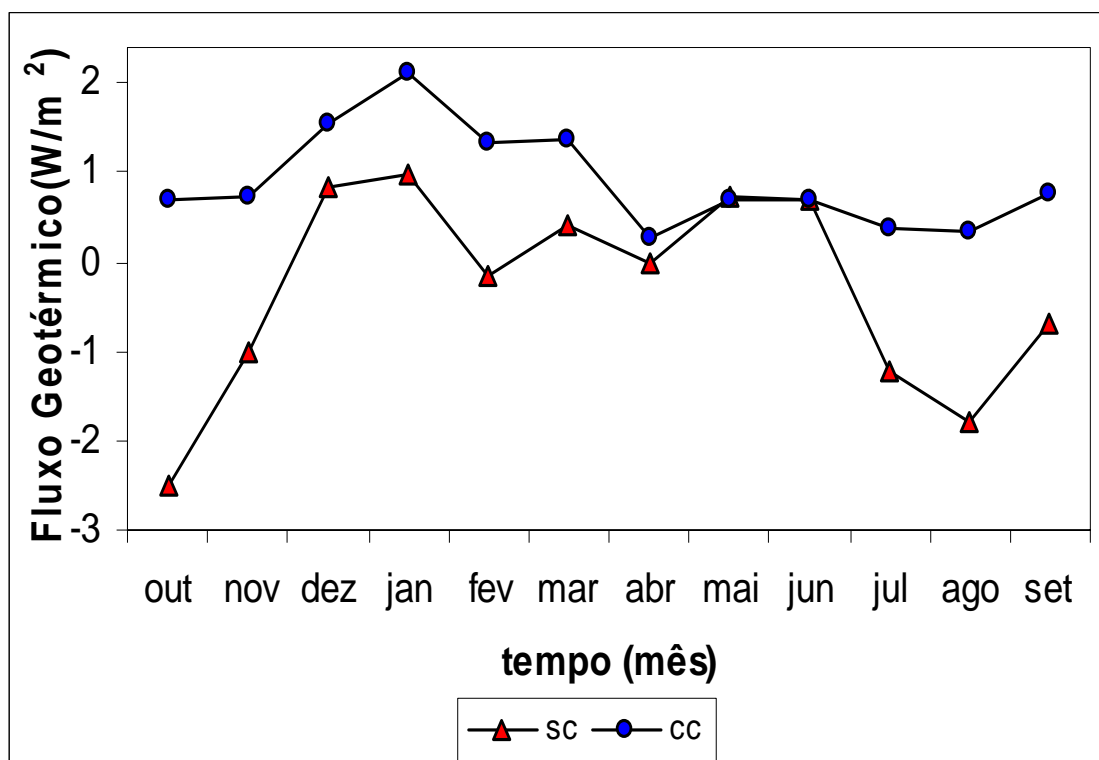


Figura 32 – Variação dos valores médios mensais do fluxo geotermal raso, a 0,5 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, nos locais sem e com cobertura vegetal.

4.5.2 Variações do Fluxo Geotermal Raso a 1,0 m de Profundidade

Nos quadros 4 e 5 são apresentados os valores do fluxo geotermal raso e todos os parâmetros descritos no item anterior, às 13 h, sendo que para a profundidade de 1,0 m. A figura 33 apresenta os resultados dos valores do fluxo geotermal raso, às 13 h, a 1,0 m de profundidade, para os locais sem e com cobertura vegetal.

Os valores absolutos mínimo e máximo do fluxo geotermal a 1,0 m de profundidade, às 13 h, no local sem cobertura vegetal foram de 0,02 W/m² e de 0,64 W/m², respectivamente. O valor mínimo representa 44,53 acima do valor médio do fluxo profundo na região, e o valor máximo representa 1,3x10³ acima desse valor. Considerando as mesmas condições físicas para o local com cobertura vegetal, os valores foram de 0,09 W/m² para o valor mínimo e de 0,71 W/m² para o valor máximo. O valor mínimo

representa em termos absolutos de 100,40 acima do valor médio do fluxo profundo, e o valor máximo representa $1,5 \times 10^3$ acima deste mesmo valor. A variação entre os valores máximo e o mínimo no local sem cobertura vegetal foi de $0,62 \text{ W/m}^2$, enquanto que no local com cobertura vegetal também foi de $0,62 \text{ W/m}^2$, ambos representando $1,3 \times 10^3$ acima do valor médio do fluxo profundo terrestre local.

Tempo (mês)	ΔT (°C)	ΔZ (m)	G (°C/m)	Q (W/m²)
Outubro/2007	-0,26	1,0	-0,52	-0,28
Novembro/2007	0,02	1,0	0,04	0,02
Dezembro/2007	0,06	1,0	0,12	0,15
Janeiro/2008	0,26	1,0	0,52	0,64
Fevereiro/2008	0,17	1,0	0,34	0,42
Março/2008	0,1	1,0	0,20	0,25
Abril/2008	-0,06	1,0	-0,12	-0,15
Mai/2008	0,12	1,0	0,24	0,30
Junho/2008	0,27	1,0	0,54	0,29
Julho/2008	-0,30	1,0	-0,60	-0,32
Agosto/2008	-0,52	1,0	-1,04	-0,56
Setembro/2008	-0,02	1,0	-0,04	-0,02

Quadro 4 - Valores mensais do fluxo geotermal a 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o local sem cobertura vegetal.

O valor médio do fluxo geotermal raso no local sem cobertura vegetal foi de $-0,06 \text{ W/m}^2$ e de $0,21 \text{ W/m}^2$ no local com cobertura vegetal, portanto, registrou-se variação de $0,15 \text{ W/m}^2$. Isso representa em termos absolutos, 234,0 acima do valor médio do fluxo profundo na região.

Observa-se que os valores do fluxo geotermal raso são perfeitamente mensuráveis a 1,0 m de profundidade. Mediu-se valores extremamente elevados em relação ao valor do fluxo médio profundo na região, portanto, não podem ser desprezíveis, e também não

podem ser explicados exclusivamente como parte do fluxo de calor proveniente do interior da Terra.

Tempo (mês)	ΔT (°C)	ΔZ (m)	G (°C/m)	Q (W/m²)
Outubro/2007	0,08	1,0	0,16	0,09
Novembro/2007	0,10	1,0	0,20	0,11
Dezembro/2007	0,14	1,0	0,28	0,34
Janeiro/2008	0,29	1,0	0,58	0,71
Fevereiro/2008	0,17	1,0	0,34	0,42
Março/2008	0,16	1,0	0,32	0,39
Abril/2008	0,03	1,0	0,06	0,33
Mai/2008	0,09	1,0	0,18	0,22
Junho/2008	0,18	1,0	0,36	0,19
Julho/2008	-0,17	1,0	-0,34	-0,18
Agosto/2008	-0,23	1,0	-0,46	-0,25
Setembro/2008	0,08	1,0	0,16	0,09

Quadro 5 - Valores mensais do fluxo geotermal a 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o local com cobertura vegetal.

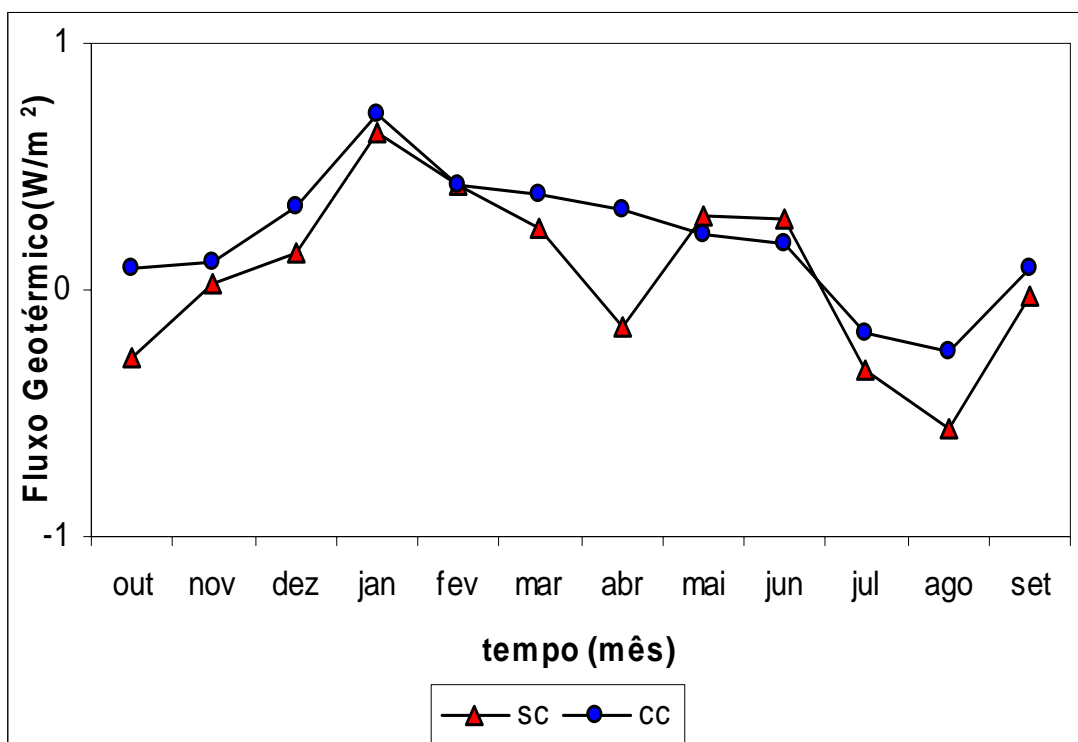


Figura 33 – Variação dos valores médios mensais do fluxo geotermal raso, a 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, nos locais sem e com cobertura vegetal.

Para comparar os valores do fluxo geotermal raso à profundidade de 0,5 m com o fluxo geotermal raso à profundidade de 1,0 m, mostra-se as figuras 34 e 35.

Na figura 34, observa-se dois períodos característicos, sendo melhor observado à profundidade 0,5 m. Nota-se que no intervalo entre os meses de dezembro/2007 a junho/2008, tem-se um período de menor variação do fluxo de calor em valores absolutos, enquanto que no intervalo de julho/2008 a setembro/2008 e outubro/2007 a novembro/2007, tem-se um período com maior variação do fluxo de calor, em valores absolutos. O período de menor variação do fluxo de calor coincide com o período “chuvoso” e o de maior variação do fluxo de calor coincide com o período “seco”. As mudanças na condutividade térmica influenciam diretamente nas variações dos valores do fluxo geotermal, assim como o gradiente de temperatura relativo a cada profundidade estudada.

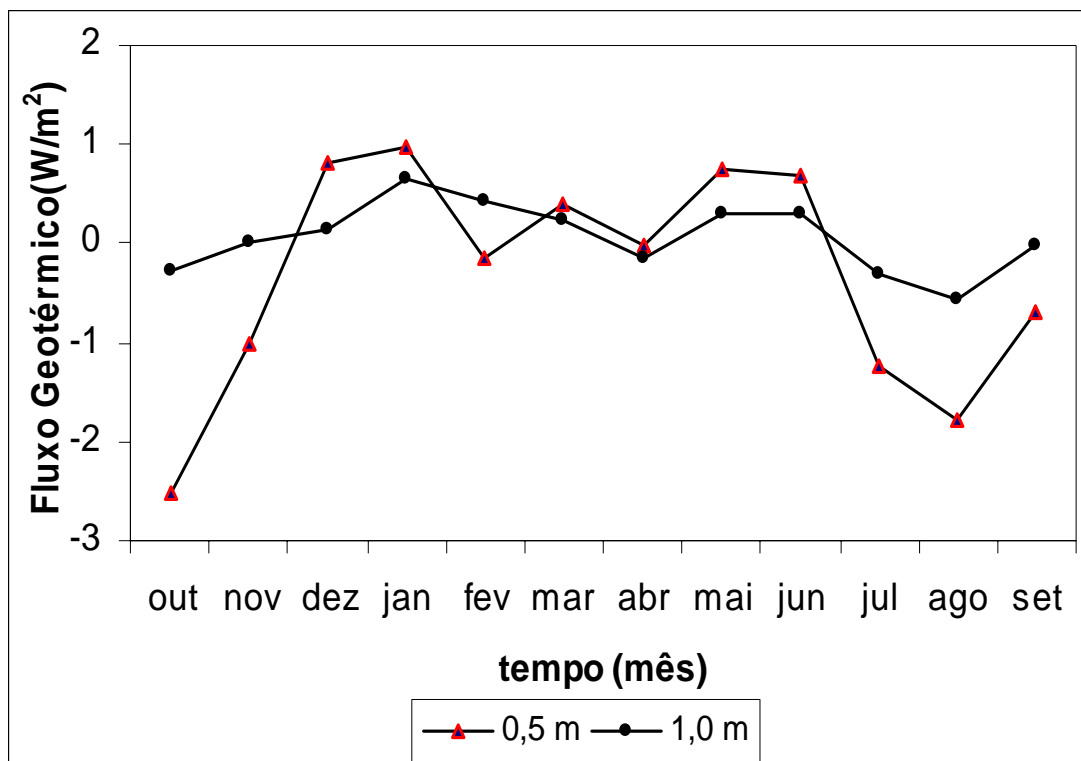


Figura 34 – Variação dos valores mensais do fluxo geotermal raso, a 0,5 m e 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, no local sem cobertura vegetal.

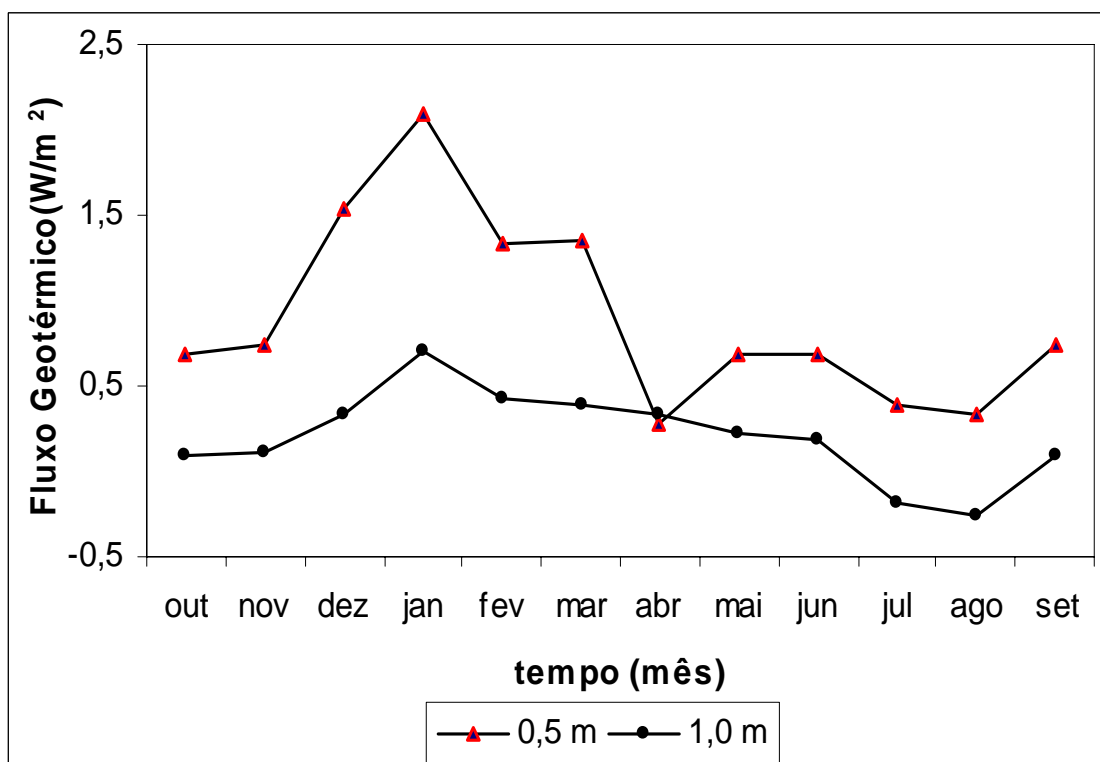


Figura 35 – Variação dos valores médios mensais do fluxo geotermal raso, a 0,5 m e 1,0 m de profundidade, às 13 h, para o período de outubro/2007 a setembro/2008, no local com cobertura vegetal.

A figura 35 mostra nitidamente, mais uma vez, que há variações significativas do fluxo geotermal raso ocorrentes a 0,5 m e a 1,0 m de profundidade, portanto, tais variações não podem ser desconsideradas, nem tão pouco associadas somente ao fluxo geotermal proveniente do interior da Terra, deve-se considerar também a intensidade da radiação solar incidente na superfície terrestre local.

CAPÍTULO 6
CONCLUSÕES

6.1 Conclusões

Durante o período analisado observou-se que ocorreram variações mensuráveis nos valores diários da temperatura em todas as profundidades estudadas, ou seja, 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m, assim como para os valores médios mensais. Quanto maior a profundidade menor o valor de temperatura correspondente. As variações ocorridas a 0,5 m e 1,0 m são diretamente dependentes das mudanças térmicas ocorridas a 0,02 m.

Às 18 h, no período “seco”, a maior variação medida entre os valores máximo e mínimo da temperatura diária foi 7,91 °C à 0,02 m de profundidade, no local sem cobertura vegetal, enquanto que a menor variação foi de 0,51 °C à 1,0 m de profundidade. Já no período “chuvoso”, nessas mesmas condições, a maior variação foi de 3,21 °C à 0,02 m de profundidade e a menor variação foi de 0,35 °C à 1,0 m de profundidade. Verifica-se que os valores da temperatura a 1,0 m de profundidade são diretamente influenciados pelas fontes externas que atingem a superfície.

Constatou-se que os valores da temperatura diária e da temperatura média mensal para as profundidades de 0,02 m, 0,5 m e 1,0 m no local sem cobertura vegetal são superiores aos valores registrados no local com cobertura vegetal.

Para o local sem cobertura vegetal, no período “chuvoso”, às 18 h, a temperatura média mensal a 0,02 m de profundidade foi de 30,96 °C, enquanto que no período “seco” foi de 32,96 °C, portanto, houve diferença de 2,00 °C. À profundidade de 0,5 m, o valor médio mensal da temperatura foi de 30,13 °C, no período “chuvoso” e de 32,22 °C no período “seco”, conseqüentemente, a variação registrada foi de 2,09 °C. Já para a profundidade de 1,0 m, o valor médio mensal da temperatura de 30,31°C, no período “chuvoso” e de 32,02 °C no período “seco”, registrando variação de 1,71 °C.

Para o local com cobertura vegetal, no período “chuvoso”, às 18 h, o valor médio mensal da temperatura à profundidade de 0,02 m foi de 27,27 °C, enquanto que no período

“seco” foi de 28,52 °C, portanto, houve diferença de 1,25 °C. À profundidade de 0,5 m, o valor médio mensal da temperatura para o período “chuvoso” foi de 27,63 °C e de 29,09 °C para o período “seco”, registrando diferença de 1,46 °C. Já para a profundidade de 1,0 m, o valor médio mensal da temperatura foi de 27,78 °C, para o período “chuvoso” e de 29,18 °C para o período “seco”, conseqüentemente, a variação registrada foi de 1,40°C.

Observou-se que à profundidade de 1,0 m há variações significativas dos valores de temperatura diária e média, tanto no período “seco” como no período “chuvoso”. As variações dos valores médios mensais da temperatura, entre os locais com e sem cobertura vegetal, às 13 h, foram de 2,84 °C no período “seco”, e de 2,51 °C no período chuvoso. Portanto, estas variações não podem ser negligenciáveis.

Verificou-se que às 18 h as magnitudes da temperatura a 0,02 m de profundidade permanecem elevadas, em comparação aos outros horários medidos no mesmo dia; isso é característico dos locais estudados.

Durante todo período estudado, no local sem cobertura vegetal, à profundidade de 0,02 m, as magnitudes da temperatura às 8 h são menores que nos outros horários. No entanto, nesse horário e nessa profundidade, ocorreram maiores variações em relação às outras profundidades, ou sejam, 0,5 m e 1,0 m, e em relação aos horários de 13 h e 18 h.

A influência da cobertura vegetal na temperatura às profundidades estudadas no ciclo climático de um ano foi mensurada, sendo que as maiores variações dos valores de temperatura foram observadas às 13 h, à profundidade de 0,02 m. No período “seco”, a variação entre os valores máximos, nos locais sem e com cobertura vegetal chegou a 9,63 °C, e a 3,97 °C no período “chuvoso”, apenas pelo fato de um dos locais não ter proteção da vegetação. O valor médio da temperatura diária, no período “seco”, foi de 34,51 °C para o local sem cobertura vegetal e de 28,50 °C, para o local com cobertura vegetal, conseqüentemente, a diferença entre as médias foi de 6,01 °C. Enquanto que, o valor médio

da temperatura diária no período “chuvoso”, foi de 30,05 °C para o local sem cobertura vegetal e de 27,11 °C para o local com cobertura vegetal. Portanto, a diferença registrada entre as médias foi de 2,94 °C. Isso constata a mensurável influência da cobertura vegetal nos valores de temperatura a 0,02 m na região estudada.

A temperatura média de todo período, nos dois locais estudados, também mostrou a influência da cobertura vegetal a 0,02 m de profundidade. No local sem cobertura vegetal obteve-se o valor de 28,58 °C às 8 h, de 31,37 °C às 13 h e de 31,34 °C às 18 h, enquanto que no local com cobertura vegetal os valores obtidos foram de 27,47 °C às 8 h, de 27,80 °C às 13 h e de 27,95 °C às 18 h. As diferenças entre as médias foram de 1,11 °C, 3,57 °C e de 3,39 °C, às 8 h, 13 h e 18 h, respectivamente. Essas diferenças devem-se ao grau de proteção vegetal.

Para todo o ciclo climático analisado, a 0,02 m de profundidade, foi nitidamente observada a elevada superioridade dos valores da temperatura média mensal no local sem cobertura vegetal em relação ao local com cobertura vegetal, com exceção do mês de junho/2008, às 8 h, em que houve uma inversão de valores. Esse fato pode ser explicado pela ocorrência do deslocamento de massa de ar polar atlântica em direção a essa região, causando o fenômeno da “friagem”, que é comum acontecer na região em estudo; além disso, neste mês, teve-se a sensação de baixa intensidade da radiação solar local. Também, foi registrado o menor valor diário da temperatura (25,29 °C), durante todo período estudado, no local sem cobertura vegetal, e ainda, ocorreu a menor diferença em termos absolutos entre as médias mensais, nos locais com e sem cobertura vegetal, registrando 0,06 °C.

Verificou-se que a velocidade de transmissão do pulso térmico em direção à subsuperfície é variável. No local sem cobertura vegetal a velocidade foi de 3,85 cm/h, no intervalo de 0,02 m a 0,5 m, enquanto que no local com cobertura vegetal a velocidade de

propagação foi de 2,78 cm/h, nesse mesmo intervalo. No intervalo de 0,02 m a 1,0 m, no local sem cobertura vegetal, a velocidade foi de 6,25 cm/h. Já para o local com cobertura vegetal, a velocidade de propagação foi de 3,45 cm/h.

Os valores da condutividade térmica no local estudado foram de 0,54 W/m°C no período “seco” e de 1,23 W/m°C no período “chuvoso”. Observou-se que há relação direta da condutividade térmica com o conteúdo de água existente no material. Tais valores são influenciados pelos fatores externos e são mutáveis. Neste caso, os fatores externos são a precipitação pluviométrica e a evaporação local.

O valor médio absoluto do fluxo geotermal raso, às 13 h, a 0,5 m de profundidade, no local sem cobertura vegetal foi de 0,31 W/m², e no local com cobertura vegetal foi de 0,91 W/m², registrou-se variação de 0,60 W/m². Essa variação representa, em termos absolutos, 1,2x10³ % acima do valor médio do fluxo profundo na região. A 1,0 m de profundidade o valor médio do fluxo geotermal raso, no local sem cobertura vegetal, foi de 0,06 W/m², e no local com cobertura foi de 0,21 W/m², portanto, registrou-se variação de 0,15 W/m² entre esses valores. Isso representa, em termos absolutos, 234,0 % acima do valor médio do fluxo profundo terrestre na região. Observou-se que essas variações são bastante elevadas em relação ao fluxo médio profundo na região, e são mensuráveis à 1,0 m de profundidade, logo, não podem ser associadas ao fluxo de calor oriundo do interior da Terra

Considera-se que os resultados apresentados neste trabalho são perfeitamente normais, não caracterizando qualquer anomalia geodinâmica, e certamente servirão de base para estudos futuros.

REFERÊNCIAS

ARAUJO R. L. C.; SOUZA J. R. S. e MAKINO, M. Análise de Perfis de Temperatura na Camada Intempérica da Área Metropolitana de Belém. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, 1984, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: 1984, V. 4, p. 1073–2088.

ARAUJO, R.L.C. Geotermia Rasa em Belém. 1987. 149p. Tese (Doutorado em Geociências) - Centro de Geociências da Universidade do Pará, Belém(PA).

ARAUJO, R.L.C.; CARVALHO, J.S. e SOUZA, J.R.S. A influência da umidade sobre os valores de condutividade térmica da subsuperfície. Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, v. 13(2), p. 111-118, 1995.

ARAUJO, R.L.C.; MAKINO, M.; SOUZA, J.R.S. e CARVALHO, J.S. Variações do fluxo geotermal raso. In: VI Simpósio de Geologia da Amazônia, 1998, Belém (PA). Anais... Belém (PA): 1998, p. 103-105.

ARAUJO, R. L. C. Contribuição da Geotermia Rasa aos Estudos Ambientais, Manaus: ed. EDUA, 1999. 88p.

ARAUJO, R.L.C. e CARVALHO, J.S. A influência da Cobertura Vegetal no Regime Geotermal Raso. In: VI Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: 1999, p. 203-205.

ARAUJO, R.L.C.; BARBOSA, I. e CARVALHO, J.S. Influência do conteúdo de água sobre os valores de condutividade térmica. In: VIII Simpósio de Geologia da Amazônia, 2001, Belém (PA). Anais... Belém (PA): 2001, 3p.

ARAUJO, R. L. C; NETO, J.E.; CARVALHO, J.S. e BARBOSA, I. Variações do campo geomagnético local. In: XLI Congresso Brasileiro de Geologia, 2002, João Pessoa (PB). Anais... João Pessoa (PB): outubro, 2002, 3p.

ARAÚJO, R. L. C.; SILVA, R.M.; CARVALHO, J.S. e MONTEIRO, I. B. Influência Ambiental Sobre a Estrutura Geotermal Rasa. Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, n.1, v.22, p. 33-44, 2004.

ASTIER, J. Geofísica Aplicada a la Hidrogeologia, Madrid: Paraninfo, 1975. 344p.

AYOADE, J. O. Introdução a Climatologia para os Trópicos, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 5ª ed., 1998. 332p.

BECK, A. E. Techniques of Measuring Heat Flow on Land. In: Lee, W. Terrestrial Heat Flow, 1965, Washington. American Geophysical Union: 1965, p. 24-57.

BELTRAMI, H. Climate from Borehole Data: Energy Fluxes and Temperatures Since 1500. Geophysical Research Letters, n.23, v. 29, 4p, 2002.

BOWEN, R. Paleotemperature Analysis. Methods in Geochemistry and Geophysics. Elsevier. Publishing, 1966, 265p.

BRAUN, E. H. G. e RAMOS, J. R. de A. Estudo agroecológico dos campos Puciari-Humaitá (Estado do Amazonas e Território Federal de Rondônia). Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, n. 4, v. 21, p. 443-497, 1959

CARSLAW, H.S. and JAEGER, J.C. Conduction of Heat in Solids, Clarendon Press: Oxford, 2ª ed., 1959. 496p.

CARVALHO, A. M. Caracterização física, química e mineralógica dos solos do município de Humaitá-AM. 1986. 166p. Tese (Livre Docência) - Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu-SP.

CARVALHO, H.S. Método Para Determinação de Fluxo Geotérmico com Aplicação às Bacias Sedimentares Petrolíferas do Recôncavo Baiano (Brasil) e Sumatra (Indonésia). 1981. 92p. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Bahia. Salvador –BA.

CARVALHO, H.S.; LOBO, P.F.S.; CAMPOS, J.N.P. and ZEMBRUSCKI, S.G. Heat Flow and Hydrodynamic Study in the Medium Amazon Basin. In: International Meeting on Geothermics and Geothermal Energy, São Paulo, 1986, p. 107.

CHU, P.S.; YU, Z.P. and HASTENRATH, S. Change concurrent with has it gone? Bull. Amer. Meteorol. Soc., v.75, p. 579-583, 1999.

DICKINSON, R.E. and KENNEDY, P. Impacts on regional climate of Amazon deforestation. Geophys. Res. Letters, p. 1947-1950, 1999.

DOMISCH, T.; FINER, L. and LEHTO, T. Effects of soil temperature on biomass and carbohydrate allocation in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings at the beginning of the growing season. Tree Physiology, n. 7,v.21, p.465-472, 2001.

ECHER, E.; SOUZA, M. P. e SCHUCH, N. J. A Lei de Beer Aplicada na Atmosfera Terrestre. Revista Brasileira de Ensino de Física, n.3, v. 23, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE). Estudo de viabilidade agrícola de cerrados do Amazonas. Brasília, DF. EMBRAPA/BNDES. Relatório técnico. 1997, 91 p.

FERGUSON, G. and BELTRAMI, H. Transient Lateral Heat Flow due to Land-Use Changes. Earth and Planetary Science Letters, 2005.

FREITAS, H. A.; PESSENDA, L. C. R.; AVARENGA, R.; GOUVEIA, S. E. M.; RIBEIRO, A. S. e BOULET. Florestas x Savanas no Passado da Amazônia. Revista Ciência Hoje, n. 189, v. 32, p. 40-46, 2002.

GAO, G. D. and LU, Y. R. Study of Radiation Balance and Heat and Cold Sources on the Earth's Surface in Eastem Asia. Scientia Atmospherica Simica, Peking, n. 3 (1), p. 12-20, 1979.

HIODO, F. Y.; ARAUJO, R. L. C.; SILVA, J. E. e BLANE, K. Construção de um sistema automático para monitoração geotermal rasa. In: X Congresso Internacional de Geofísica. Sociedade Brasileira de Geofísica, 2007, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: 2007, 6 p.

HOLMAN, J.P. Transferência de Calor, São Paulo-SP: Ed. Me. Graw Hill, 1983. 639 p.

HORAI, K. I. and NUR, A. Relationship Among Terrestrial Heat Flow, Thermal Conductivity and Geothermal Gradient. *Journal of Geophysical Research*, 1970.

INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais). Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite/Monitoring of the Brazilian Amazonian Forest by Satellite 1998-1999. INPE. p. 22. 2000.

KALNAY, E. and KAI, MING. Impact of Urbanization and Land-Use Change on Climate. *Nature*, v.23, p. 528-531, 2003.

KRCMAR, B. and MASIN, J. Prospecting by Geothermic Method. *Geophysical Prospecting*, n. 18 (2), p. 255-260, 1970.

LAY, T. and WILLIAMS, Q. Dynamis os Earth's Interior. *Geotimes*. Alexandria, VA, EUA: American Geological Institute, n. 43, p. 26-30, 1998.

LATRUBESSE, E.; RANCY, A.; RAMONELL, C. G. e SOUZA FILHO, J. P. A Formação Solimões: uma formação do Mio-Plioceno da Amazônia sul – ocidental. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 4, SBG – Núcleo Norte, Belém (PA). *Boletim de Resumos Expandidos*, 1994, p. 204-205.

LEAN, J.; BUNTON, C.B.; NOBRE, C.A. and ROWNTREE, P.R. The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics. *Amazonian Deforestation and Climate*. Edited by Gash, J.H.C.; Nobre, C.A.; Roberts, J.M. E Victoria, R.L. John Wiley E Sons, England, p. 549-576, 1996.

LEE, T. C. On shallow-hole temperature measurements. A test study in the Salton Sea geothermal field. *Geophysics*, v. 42, p. 572-583, 1977.

MAIA, R. G. N.; GODOY, H. K.; YAMAGUTI, H. S.; MOURA, P. A.; COSTA, F. S. F.; HOLANDA, M. A. DE. e COSTA, J. DE A. 1977. Projeto Carvão no Alto Solimões. Ministério de Minas e Energia. DNPM/CPRM. Manaus. 11v .

MARTINS, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; VITORINO, A. C. T. e SILVA, M. L. N. Campos Nativos e Matas Adjacentes da Região de Humaitá (AM): Atributos Diferenciais dos Solos. Revista Ciência Agrotécnica, n. 2, v. 30, p.221-227, 2006.

MOLION, L.C.B. A Amazônia e o clima da Terra. Revista Ciência Hoje, n. 48, v. 8, p. 42-47, 1988.

OLIVEIRA, F. N. M.; ARAUJO, R. L. C.; CARVALHO, J. S. e SILVA, C. L. Inferência de Mudanças Climáticas na Região de Manaus (AM) Usando Dados Geotermiais e Meteorológicos. Revista Brasileira de Geofísica. v.24, p.169 - 187, 2006.

OLIVEIRA, F. N. M.; ARAUJO, R. L. C.; CARVALHO, J. S., SILVA, C. L. e COSTA, S. S. Determinação da Variação no Microclima de Manaus-Am, por Atividades Antropogênicas e Modulações Climáticas Naturais. Acta Amazônica. 38 (4), p. 687 - 700, 2008.

PACCA, I. I. G. e MACREATH I. A Composição e o Calor da Terra. Editado por TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. DE; FAIRCHILD, T.R. e TAIOLI, F. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 558p.

PALHA, W. S.; ARAUJO, R. L. C. e CARVALHO, J. S. Fluxo Geotermal Raso Aplicado aos Estudos Ambientais. In: XL Congresso Brasileiro de Geologia, 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: 1998, p. 138–141.

PRANDINI, F. L.; IWASA, O. Y. e OLIVEIRA, A. M. S. A Cobertura Vegetal nos Processos e Evolução do Relevo: O Papel da Floresta. In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1, 1982, Campos de Jordão. Anais... Campos de Jordão: Silvicultura em São Paulo, 1982. p.1568-1582.

PREVEDELLO, C. L. Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba (PR): Saeafs, 1996, 446p.

ROBERTSON, E. C.; RASPET, R.; SWARTZ, J. H. and LILARD, M. E. Properties of Thermistors Used in Geothermal Investigations. Geological Survey Bulletin, n. 1203-B, p.1-34, 1966.

ROY, R. F.; BLACKWELL, D. D. and DECKER, E. R. Continental heat flow. In: Robertson, R. The Nature of the Soil, New York: Ed. Mc Graw-Hill, p. 506-543, 1971.

SELLERS, W. D. Physical Climatology, Chicago: The University of Chicago Press, 1974. 272 p.

SERRA, P. N.; ARAUJO, R. L. C.; CARVALHO, J. S. e PALHA, W. S. M. Caracterização Geotérmica no *Campus* da Universidade Federal do Amazonas. In: V Congresso Internacional de Geofísica, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo: SBGF, 1997, v. II, p. 946-949.

SERRA, P. N. Determinação da Profundidade de Influência da Perturbação Térmica Sazonal Gerada pelo Aquecimento Solar na Região Metropolitana de Manaus. 2002. 80p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM.

SMITH, P.J. Topics in Geophysics. The Open University Press. New York, 1973. 303p.

SOUZA, J. R. S.; MAKINO, M.; ARAUJO, R. L. C.; COHEN, J. C. P. e PINHEIRO, F. M. A. Thermal Properties and Heat Fluxes in Soils Under Forest and Pasture in Marabá, PA, Brazil. Revista Brasileira de Meteorologia., v.21, p.89 - 103, 2006.

STEYN, D. G. e OKE, T. R. Effects of Small Acrub Fire on the Surface Radiation Budget. Weather, Bracknell Eng, n. 35 (7), p. 212-215. 1980.

VITORELLO, I. Heat Flow and Radiogenic Heat Production in Brazil with Implications for a Thermal Evolution of Continents. 1978. 145 p. Tese de Ph.D. – University of Michigan, Michigan.

VON HERZEN, R. and MAXWELL, A.E. The measurement of thermal conductivity of deep-sea sediments by a needle probe method. *Journal of Geophysical Research*. 64:1557-1563, 1959.

ZIELINSKI, G. W.; DRAHOVZAL, J. A.; DECOUSEY, G. M. and RUPERTO, J. M. Hydrothermics in the Wyoming Overthrust Belt. *The American Association Geologists Bulletin*, n. 69 (5), p. 669-709, 1985.

ANEXOS I – Tabelas dos Valores Diários da Temperatura

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) – OUTUBRO/2007																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)									LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)									
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	30,78	38,69	36,76	32,65	32,58	32,58	31,63	31,63	31,69	28,68	29,56	29,73	29,34	29,34	29,39	29,17	29,17	29,17
2	30,25	37,17	35,68	32,91	32,85	32,78	31,82	31,88	31,88	28,1	29,06	29,45	29,50	29,50	29,50	29,23	29,23	29,28
3	30,19	35,00	29,79	32,91	32,85	32,78	32,01	32,01	32,01	28,21	29,06	27,29	29,56	29,56	29,56	29,34	29,34	29,34
4	27,34	34,50	33,05	32,52	32,26	32,07	32,07	32,07	32,07	26,41	27,39	27,95	29,45	29,34	29,28	29,39	29,34	29,39
5	28,90	35,45	35,00	32,20	32,13	32,07	32,01	32,01	32,01	27,59	28,47	28,84	29,17	29,17	29,12	29,39	29,34	29,34
8	29,40	30,78	28,85	32,78	32,72	32,52	32,13	32,13	32,13	27,89	27,89	27,39	29,23	29,23	29,23	29,28	29,28	29,28
9	27,59	34,08	32,58	32,13	31,94	31,75	32,13	32,13	32,13	26,69	27,79	28,31	29,12	29,06	29,01	29,28	29,28	29,28
10	29,01	34,50	33,05	31,94	31,88	31,82	32,01	32,01	31,94	27,48	28,42	28,57	29,01	28,95	28,95	29,28	29,23	29,23
11	29,01	36,29	32,98	32,13	32,07	32,00	31,94	31,94	31,94	27,53	28,47	28,05	29,01	29,01	29,01	29,23	29,23	29,23
12	29,40	33,66	33,38	32,33	32,20	32,13	31,94	31,94	31,94	27,64	28,21	28,63	29,01	29,01	28,95	29,17	29,17	29,17
15	28,52	31,32	32,98	32,20	32,13	32,00	32,20	32,20	32,20	27,29	27,69	28,36	28,90	28,90	28,85	29,17	29,17	29,17
16	29,79	36,29	34,43	32,00	32,00	32,00	32,13	32,07	32,07	28,21	29,01	29,01	28,90	28,90	28,90	29,12	29,12	29,12
17	29,84	34,28	30,95	32,33	32,33	32,33	32,07	32,07	32,13	28,05	28,47	28,1	29,01	29,06	29,06	29,12	29,12	29,12
18	28,95	36,06	35,09	32,26	32,20	32,07	32,13	32,13	32,13	27,49	28,57	28,79	29,06	29,01	29,01	29,12	29,12	29,12
19	30,36	35,52	31,63	32,39	32,39	32,33	32,07	32,07	32,07	28,26	29,12	28,42	29,06	29,06	29,06	29,12	29,12	29,12
22	29,23	34,57	32,07	32,33	32,26	32,20	32,01	32,01	32,01	27,24	28,31	28,26	29,06	29,01	28,95	29,12	29,12	29,12
23	30,19	35,00	32,91	32,26	32,13	32,20	32,01	32,01	32,01	27,79	28,63	28,47	28,95	28,95	28,95	29,12	29,12	29,12
24	28,79	32,85	32,78	32,26	32,20	32,13	32,01	32,01	32,07	27,29	28,15	28,42	28,95	28,95	28,95	29,12	29,12	29,12
25	28,47	32,26	32,07	32,20	32,07	32,07	32,01	32,01	32,01	27,64	28,31	28,1	28,95	28,95	28,90	29,12	29,12	29,12
26	29,28	29,62	31,70	32,07	32,00	31,88	32,01	32,01	32,01	27,69	28,05	28,42	28,90	28,90	28,90	29,12	29,06	29,06
29	31,63	36,06	35,23	32,26	32,26	32,26	32,01	31,88	31,88	28,21	29,07	29,34	29,01	29,01	29,01	29,06	29,06	29,06
30	29,85	34,43	32,58	32,52	32,58	32,65	31,94	32,01	32,01	28,47	29,34	28,79	29,17	29,23	29,23	29,12	29,12	29,12
31	29,28	35,37	32,52	32,52	32,45	32,45	32,07	32,13	32,13	28,57	28,47	29,23	29,28	29,28	29,28	29,17	29,17	29,17
MED	29,39	34,51	32,96	32,35	32,28	32,22	32,02	32,02	32,02	27,76	28,50	28,52	29,11	29,10	29,09	29,19	29,18	29,18
MÁX	31,63	38,69	36,76	32,91	32,85	32,78	32,20	32,20	32,20	28,68	29,56	29,73	29,56	29,56	29,56	29,39	29,34	29,39
MÍN	27,34	29,62	28,85	31,94	31,88	31,75	31,63	31,63	31,69	26,41	27,39	27,29	28,9	28,9	28,85	29,06	29,06	29,06

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - NOVEMBRO/2007																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)										LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	29,23	35,60	33,52	32,52	32,45	32,39	32,20	32,20	32,26	28,10	29,01	29,23	29,28	29,28	29,28	29,23	29,23	29,23
2	31,00	37,91	35,00	32,58	32,52	32,52	32,20	32,20	32,20	28,52	29,45	29,56	29,34	29,34	29,39	29,23	29,23	29,23
5	29,06	35,83	33,38	32,20	32,07	32,07	32,20	32,13	32,13	27,95	28,47	28,84	29,45	29,39	29,34	29,34	29,34	29,34
6	29,90	35,90	34,14	32,13	32,07	32,07	32,07	32,07	32,07	28,31	29,23	29,06	29,34	29,34	29,34	29,34	29,34	29,34
7	30,48	34,28	32,52	32,39	32,33	32,26	32,00	32,00	32,07	28,42	29,17	28,90	29,39	29,39	29,39	29,34	29,34	29,34
8	30,01	35,83	32,98	32,39	32,33	32,33	32,07	32,13	32,13	28,26	29,12	28,95	29,39	29,39	29,39	29,34	29,34	29,34
9	29,84	34,28	33,25	32,45	32,39	32,39	32,20	32,20	32,26	27,95	28,95	28,95	29,39	29,34	29,34	29,34	29,34	29,34
12	29,67	32,39	28,84	33,18	33,18	33,04	32,45	32,52	32,52	28,21	28,95	28,26	29,62	29,62	29,62	29,39	29,39	29,39
13	28,74	32,26	33,66	32,78	32,58	32,52	32,58	32,58	32,52	27,44	28,36	28,84	29,50	29,45	29,39	29,45	29,45	29,45
14	28,84	35,37	34,93	32,58	32,39	32,52	32,45	32,45	32,45	28,26	29,12	29,34	29,39	29,34	29,34	29,45	29,45	29,39
15	30,42	32,91	29,84	32,85	32,85	32,85	32,52	32,52	32,52	28,36	29,01	28,47	29,47	29,47	29,47	29,39	29,45	29,45
16	28,57	32,45	31,38	32,85	32,78	32,65	32,52	32,52	32,58	27,79	28,52	28,63	29,50	29,45	29,45	29,45	29,45	29,45
19	27,74	29,73	32,20	31,69	31,50	31,38	32,20	32,13	32,07	27,14	27,89	28,31	29,12	29,06	29,01	29,34	29,34	29,34
20	27,95	32,52	32,20	31,44	31,44	31,38	31,88	31,88	31,82	27,48	28,26	28,47	28,95	28,95	28,90	29,28	29,28	29,28
21	29,28	30,42	29,79	31,63	31,56	31,56	31,75	31,75	31,75	27,95	28,05	28,05	28,95	29,01	29,01	29,23	29,23	29,23
22	28,74	31,50	31,38	31,50	31,44	31,38	31,75	31,75	31,75	27,79	28,36	28,47	29,01	29,01	28,95	29,23	29,17	29,17
23	29,50	32,78	29,90	31,50	31,44	31,38	31,69	31,69	31,63	27,95	28,63	27,79	29,01	29,01	28,95	29,17	29,17	29,17
26	29,96	32,13	29,01	31,75	31,69	31,56	31,56	31,56	31,63	28,00	28,57	27,79	28,95	28,95	28,95	29,12	29,12	29,12
27	28,47	31,08	31,01	31,56	31,50	31,38	31,63	31,63	31,63	27,34	27,95	28,31	28,95	28,90	28,90	29,12	29,12	29,12
28	28,57	30,54	32,26	31,44	31,38	31,38	31,63	31,63	31,63	27,14	27,53	28,21	28,63	28,57	28,47	28,95	28,95	28,95
29	28,21	29,12	29,23	31,26	31,20	31,07	31,56	31,56	31,56	26,94	26,99	27,34	28,47	28,47	28,42	28,84	28,84	28,79
30	28,47	28,84	28,42	31,01	30,90	30,84	31,50	31,44	31,44	27,19	27,04	27,19	28,31	28,31	28,26	28,74	28,74	28,68
MED	29,21	32,89	31,77	32,08	32,00	31,95	32,03	32,02	32,03	27,84	28,48	28,50	29,16	29,14	29,12	29,24	29,24	29,23
MÁX	31,00	37,91	35,00	33,18	33,18	33,04	32,58	32,58	32,58	28,52	29,45	29,56	29,62	29,62	29,62	29,45	29,45	29,45
MÍN	27,74	28,84	28,42	31,01	30,9	30,84	31,5	31,44	31,44	26,94	26,99	27,19	28,31	28,31	28,26	28,74	28,74	28,68

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - DEZEMBRO/2007																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)										LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
3	27,44	27,59	27,34	30,36	30,25	30,19	30,78	30,72	30,67	26,84	26,65	26,60	28,00	28,00	27,95	28,42	28,42	28,42
4	26,36	29,28	28,63	29,90	29,84	29,73	30,54	30,54	30,54	25,93	26,36	26,74	27,89	27,84	27,79	28,36	28,36	28,36
5	27,14	29,96	31,56	29,73	29,73	29,73	30,42	30,42	30,42	26,45	26,94	27,44	27,74	27,74	27,74	28,31	28,31	28,31
6	28,63	31,24	28,31	30,01	30,07	30,07	30,36	30,36	30,36	27,09	28,00	27,34	27,84	27,84	27,84	28,26	28,26	28,21
7	28,05	27,59	31,69	30,25	29,73	30,19	30,36	30,42	30,42	26,45	26,40	27,79	27,84	27,84	27,79	28,15	28,21	28,21
10	28,68	32,33	32,00	30,90	30,84	30,84	30,67	30,67	30,42	27,44	28,15	28,26	28,15	27,90	27,90	28,21	28,21	28,26
11	27,59	31,82	32,00	31,08	31,08	31,01	30,72	30,72	30,78	27,69	28,21	28,21	28,26	28,31	28,31	28,31	28,31	28,31
12	29,84	29,73	28,84	31,20	31,20	31,14	30,84	30,84	30,84	27,95	28,05	27,44	28,36	28,42	28,42	28,36	28,36	28,36
13	27,48	27,59	31,14	30,90	30,90	30,66	30,90	30,90	30,90	26,65	28,05	28,05	28,42	28,42	28,31	28,42	28,42	28,42
14	28,31	29,79	32,00	30,78	30,72	30,66	30,84	30,84	30,84	27,09	27,29	27,74	28,31	28,31	28,31	28,47	28,47	28,47
17	29,84	32,45	32,72	31,50	31,44	31,44	30,95	30,95	31,01	28,05	28,95	28,84	28,63	28,63	28,68	28,52	28,52	28,52
18	29,79	31,50	31,89	31,63	31,56	31,50	31,08	31,14	31,14	27,84	28,42	28,47	28,79	28,79	28,79	28,57	28,63	28,63
19	27,69	30,36	32,00	31,38	31,26	31,14	31,20	31,20	31,26	26,74	27,44	27,95	28,74	28,68	28,63	28,63	28,63	28,63
20	27,79	31,20	31,69	31,14	31,08	31,01	31,20	31,20	31,20	26,94	27,74	28,05	28,57	28,52	28,47	28,63	28,63	28,47
21	28,47	29,23	30,54	31,14	31,08	30,95	31,14	31,14	31,14	27,39	26,99	27,24	28,47	28,47	28,42	28,63	28,52	28,52
24	28,52	31,50	32,07	30,84	30,66	30,78	31,01	31,01	31,01	26,74	27,69	27,95	28,21	28,21	28,21	28,47	28,42	28,42
25	28,47	32,33	32,85	30,84	30,84	30,90	30,90	30,90	30,90	27,44	28,47	28,36	28,26	28,26	28,26	28,42	28,42	28,42
26	28,42	32,52	32,45	31,26	31,20	31,26	30,95	30,95	30,95	27,34	28,15	28,15	28,36	28,36	28,42	28,42	28,42	28,42
27	28,57	31,08	30,60	31,44	31,38	31,32	31,08	31,08	31,14	27,53	27,90	27,74	28,47	28,47	28,47	28,47	28,47	28,47
28	28,79	30,54	31,88	31,20	31,14	31,01	31,20	31,20	31,20	27,34	27,79	28,26	28,47	28,47	28,47	28,47	28,52	28,52
31	28,74	30,72	31,69	31,01	31,01	30,90	31,08	31,08	31,08	27,34	27,94	27,84	28,57	28,52	28,52	28,57	28,57	28,57
MED	28,31	30,49	31,14	30,88	30,81	30,78	30,87	30,87	30,87	27,16	27,69	27,83	28,30	28,29	28,27	28,43	28,43	28,42
MÁX	29,84	32,52	32,85	31,63	31,56	31,50	31,20	31,20	31,26	28,05	28,95	28,84	28,79	28,79	28,79	28,63	28,63	28,63
MÍN	26,36	27,59	27,34	29,73	29,73	29,73	30,36	30,36	30,36	25,93	26,36	26,60	27,74	27,74	27,74	28,15	28,21	28,21

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - JANEIRO/2008																		
	LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)									LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
2	27,09	29,12	30,48	29,39	30,72	30,66	31,01	31,01	31,01	26,50	26,69	26,99	28,36	28,31	28,31	28,57	28,57	28,57
3	28,47	29,73	29,39	30,66	29,79	30,48	30,95	30,95	30,90	26,74	27,09	26,94	28,21	28,21	28,15	28,52	28,52	28,47
4	27,95	29,17	30,95	30,42	30,42	30,30	30,84	30,84	30,84	26,31	26,65	27,14	28,10	28,10	28,05	28,47	28,47	28,42
7	28,57	30,72	31,56	30,78	30,72	30,66	30,72	30,72	30,78	26,60	27,19	27,48	28,05	28,05	28,05	28,31	28,31	28,31
8	29,39	31,26	32,20	30,78	30,72	30,72	30,78	30,78	30,78	27,09	27,24	27,89	28,05	28,05	28,05	28,31	28,31	28,31
9	29,28	32,00	31,69	30,84	30,90	30,84	30,78	30,78	30,84	26,99	27,59	27,84	28,10	28,10	28,10	28,31	28,31	28,31
10	28,21	29,34	30,78	31,08	31,08	30,95	30,84	30,90	30,90	26,17	26,45	26,89	27,69	27,74	27,74	28,05	28,05	28,10
11	28,57	31,32	32,85	30,90	30,84	30,78	30,95	30,95	30,90	26,69	27,09	27,59	27,79	27,79	27,79	28,15	28,15	28,15
14	28,47	31,20	31,69	30,84	30,78	30,78	30,90	30,90	30,90	26,94	27,44	27,59	27,95	27,95	27,95	28,15	28,15	28,15
15	27,24	27,44	29,17	30,90	30,84	30,72	30,90	30,90	30,90	26,34	25,47	25,98	27,89	27,58	27,44	27,89	27,59	27,79
16	27,95	29,06	29,62	30,42	30,30	30,25	30,90	30,84	30,84	26,12	26,26	26,65	27,44	27,44	27,44	27,89	27,89	27,89
17	27,95	29,84	30,42	30,19	30,13	30,07	30,72	30,66	30,66	26,07	26,40	26,65	27,44	27,44	27,44	27,89	27,89	27,89
18	28,47	30,01	30,20	30,19	30,13	30,07	30,60	30,54	30,54	26,55	26,79	27,24	27,44	27,44	27,44	27,89	27,89	27,89
21	27,34	29,96	29,79	30,42	30,42	30,36	30,48	30,48	30,48	26,17	26,69	26,79	27,29	27,34	27,34	27,53	27,53	27,59
22	27,74	31,26	30,90	30,25	30,13	30,13	30,48	30,48	30,48	26,31	27,09	27,09	27,39	27,39	27,34	27,64	27,64	27,64
23	27,84	30,13	32,07	30,25	30,19	30,13	30,42	30,42	30,42	26,45	26,84	27,53	27,39	27,39	27,39	27,64	27,64	27,69
24	27,39	29,84	30,84	30,36	30,36	30,30	30,42	30,42	30,42	26,36	26,84	27,53	27,39	27,34	27,34	27,53	27,59	27,59
25	28,47	31,01	30,42	30,42	30,36	30,30	30,48	30,48	30,48	26,69	27,19	27,19	27,39	27,44	27,44	27,59	27,64	27,64
28	27,19	27,79	28,57	30,07	30,07	29,96	30,30	30,30	30,30	25,75	25,84	26,07	26,84	26,89	26,94	27,19	27,29	27,34
29	27,19	29,96	31,08	29,73	29,62	29,62	30,25	30,25	30,19	25,79	26,50	26,89	26,99	26,99	26,99	27,39	27,39	27,44
30	28,36	30,19	28,31	29,84	29,84	29,79	30,13	30,13	30,13	26,55	27,04	26,74	27,09	27,09	26,99	27,44	27,44	27,19
31	26,45	29,50	31,56	29,79	29,67	29,62	30,13	30,13	30,07	26,34	26,79	27,54	27,09	27,09	27,09	27,29	27,29	27,34
MED	27,98	29,99	30,66	30,39	30,37	30,34	30,64	30,63	30,63	26,43	26,78	27,10	27,61	27,60	27,58	27,89	27,89	27,90
MÁX	29,39	32,00	32,85	31,08	31,08	30,95	30,95	30,95	30,90	27,09	27,59	27,89	28,21	28,21	28,15	28,57	28,57	28,57
MÍN	26,45	27,44	28,31	29,39	29,62	29,62	30,13	30,13	30,07	25,75	25,47	25,98	26,84	26,89	26,94	27,19	27,29	27,19

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - FEVEREIRO/2008																		
	LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)									LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	28,36	28,31	28,31	29,73	29,73	29,73	30,07	30,07	30,01	26,40	26,94	27,14	27,19	27,19	27,19	27,34	27,39	27,39
4	28,21	28,21	28,15	29,62	29,62	29,56	30,07	30,07	30,01	26,45	27,19	27,24	27,29	27,29	27,29	27,44	27,44	27,48
5	28,10	28,10	28,05	29,73	29,67	29,67	30,01	29,96	29,96	26,40	26,31	26,69	27,34	27,34	27,34	27,54	27,48	27,48
6	28,05	28,05	28,05	29,67	29,56	29,50	29,96	29,96	29,96	26,12	26,36	26,69	27,34	27,29	27,29	27,54	27,54	27,54
7	28,05	28,05	28,05	29,62	29,56	29,56	29,96	29,96	29,96	26,07	26,50	26,89	27,29	27,29	27,29	27,54	27,54	27,54
8	28,10	28,10	28,10	29,79	29,84	29,84	29,96	29,96	29,96	26,84	27,39	27,74	27,29	27,34	27,39	27,54	27,54	27,54
11	27,69	27,74	27,74	30,60	30,60	30,60	30,30	30,36	30,36	26,99	27,48	27,89	27,79	27,79	27,79	27,74	27,74	27,74
12	27,79	27,79	27,79	30,66	30,60	30,54	30,42	30,42	30,48	26,74	26,99	27,59	27,79	27,84	27,79	27,79	27,79	27,79
13	27,95	27,95	27,95	30,60	30,48	30,48	30,48	30,54	30,54	26,65	26,99	27,39	27,48	27,48	27,53	27,44	27,54	27,59
14	27,89	27,58	27,44	30,48	30,42	30,42	30,54	30,54	30,54	27,09	27,44	27,48	27,53	27,59	27,59	27,64	27,69	27,69
15	27,44	27,44	27,44	30,66	30,66	30,60	30,48	30,48	30,54	26,74	27,04	29,01	27,64	27,64	27,64	27,74	27,74	27,74
18	27,44	27,44	27,44	30,48	30,30	30,36	30,54	30,54	30,54	27,14	26,84	26,99	27,69	27,69	27,69	27,84	27,74	27,74
19	27,44	27,44	27,44	30,13	30,01	29,90	30,54	30,48	30,48	26,65	26,12	26,36	27,69	26,84	27,04	27,79	27,09	27,34
20	27,29	27,34	27,34	29,79	29,67	29,56	30,36	30,36	30,30	26,07	26,26	26,36	27,19	27,19	27,19	27,53	27,53	27,53
21	27,39	27,39	27,34	29,62	29,56	29,56	30,19	30,19	30,19	26,31	26,60	26,84	27,19	27,19	27,19	27,59	27,64	27,59
22	27,39	27,39	27,39	29,96	29,96	29,96	30,13	30,13	30,13	26,55	26,69	26,65	27,29	27,29	27,29	27,64	27,64	27,59
25	27,39	27,34	27,34	30,07	29,96	29,84	30,19	30,19	30,19	26,26	26,45	26,84	27,39	27,39	27,34	27,54	27,59	27,59
26	27,39	27,44	27,44	29,90	29,96	29,96	30,19	30,19	30,19	26,69	26,99	27,28	27,34	27,34	27,39	27,64	27,64	27,64
27	26,84	26,89	26,94	30,07	30,19	30,19	30,19	30,19	30,19	26,60	27,69	27,74	27,39	27,48	27,48	27,64	27,64	27,64
28	26,99	26,99	26,99	30,48	30,48	30,48	30,25	30,25	30,30	27,29	27,64	27,69	27,59	27,64	27,64	27,69	27,69	27,69
29	27,09	27,09	26,99	30,90	30,90	30,84	30,36	30,42	30,42	27,04	27,09	26,94	27,74	27,74	27,74	27,69	27,74	27,74
MED	27,93	30,14	30,80	30,12	30,08	30,05	30,25	30,25	30,25	26,62	26,90	27,21	27,45	27,42	27,43	27,61	27,59	27,60
MÁX	29,06	33,45	32,78	30,90	30,90	30,84	30,54	30,54	30,54	27,29	27,69	29,01	27,79	27,84	27,79	27,84	27,79	27,79
MÍN	27,04	27,69	28,90	29,62	29,56	29,50	29,96	29,96	29,96	26,07	26,12	26,36	27,19	26,84	27,04	27,34	27,09	27,34

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - MARÇO/2008																		
Hora/ Dia	LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)									LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
3	28,95	29,45	31,63	30,48	30,48	30,48	30,42	30,42	30,42	27,24	27,34	27,59	27,70	27,70	27,70	27,79	27,84	27,79
4	27,74	30,78	30,72	30,54	30,42	30,30	30,48	30,48	30,48	26,40	26,79	27,04	27,70	27,70	27,64	27,74	27,74	27,74
5	28,15	28,95	29,39	30,30	30,30	30,19	30,48	30,48	30,42	26,60	26,84	26,99	27,59	27,59	27,59	27,79	27,79	27,79
6	28,15	29,62	30,01	30,13	30,01	29,73	30,42	30,42	30,36	26,89	26,94	27,24	27,53	27,53	27,53	27,79	27,79	27,74
7	27,95	29,17	29,12	29,96	30,01	29,96	30,30	30,30	30,30	27,14	27,24	27,48	27,59	27,59	27,59	27,79	27,79	27,74
10	28,00	30,07	30,30	29,90	29,90	29,84	30,13	30,13	30,13	26,84	27,04	27,24	27,70	27,70	27,70	27,84	27,84	27,84
11	28,47	31,56	31,56	29,96	30,01	30,01	30,13	30,13	30,13	27,14	27,59	27,74	27,70	27,70	27,74	27,84	27,89	27,84
12	28,79	30,07	31,63	30,30	30,30	30,25	30,13	30,19	30,19	27,44	27,44	27,44	27,79	27,79	27,79	27,89	27,89	27,89
13	28,84	31,08	31,14	30,42	30,42	30,36	30,25	30,25	30,30	27,14	27,39	27,48	27,79	27,79	27,79	27,95	27,95	27,95
14	28,21	30,60	30,72	30,48	30,36	30,30	30,30	30,36	30,36	26,84	27,04	27,29	27,79	27,79	27,79	27,95	27,95	27,95
17	27,74	30,54	31,82	30,01	29,96	29,90	30,36	30,30	30,30	26,74	26,99	27,14	27,53	27,53	27,53	27,74	27,74	27,74
18	27,53	28,79	30,90	30,19	30,13	30,07	30,25	30,25	30,25	26,65	26,60	26,79	27,53	27,53	27,53	27,64	27,64	27,64
19	28,31	30,66	32,33	30,13	30,13	30,13	30,25	30,25	30,25	26,69	26,99	27,19	27,48	27,48	27,48	27,69	27,74	27,69
20	28,84	28,79	29,34	30,25	30,36	30,36	30,25	30,25	30,30	26,99	27,04	27,14	27,53	27,53	27,53	27,74	27,74	27,74
21	27,74	29,73	31,69	30,25	30,13	30,07	30,30	30,30	30,30	26,60	27,09	27,34	27,59	27,59	27,59	27,79	27,79	27,74
24	28,21	30,66	31,63	30,13	30,13	30,13	30,25	30,25	30,25	26,94	27,24	27,44	27,59	27,64	27,59	27,79	27,79	27,79
25	28,10	29,39	30,13	30,36	30,36	29,96	30,25	30,25	30,30	27,04	27,09	27,19	27,64	27,70	27,64	27,79	27,79	27,74
26	27,84	30,60	31,75	30,30	30,19	30,13	30,30	30,30	30,30	26,74	26,99	27,29	27,64	27,64	27,59	27,74	27,74	27,74
27	28,63	29,17	30,84	30,30	30,36	30,30	30,30	30,30	30,30	27,24	27,14	27,39	27,64	27,64	27,64	27,79	27,79	27,74
28	28,42	30,84	31,69	30,30	30,30	30,25	30,30	30,36	30,36	27,14	27,48	26,89	27,70	27,70	27,70	27,79	27,79	27,79
31	27,79	30,48	31,88	30,25	30,13	30,07	30,48	30,48	30,42	26,79	27,09	27,33	27,53	27,53	27,48	27,70	27,70	27,70
MED	28,21	30,05	30,96	30,24	30,21	30,13	30,30	30,31	30,31	26,92	27,11	27,27	27,63	27,64	27,63	27,79	27,80	27,78
MÁX	28,95	31,56	32,33	30,54	30,48	30,48	30,48	30,48	30,48	27,44	27,59	27,74	27,79	27,79	27,79	27,95	27,95	27,95
MÍN	27,53	28,79	29,12	29,90	29,90	29,73	30,13	30,13	30,13	26,40	26,60	26,79	27,48	27,48	27,48	27,64	27,64	27,64

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - ABRIL/2008																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)									LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)									
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	28,74	29,62	30,13	30,13	30,25	30,25	30,36	30,36	30,36	27,24	27,48	27,24	27,53	27,53	27,53	27,69	27,74	27,64
2	27,84	27,89	28,63	30,30	30,19	30,07	30,36	30,36	30,36	26,69	27,04	27,09	27,59	27,53	27,53	27,64	27,64	27,64
3	26,99	27,79	27,84	29,90	29,79	29,67	30,30	30,30	30,30	26,60	26,26	26,94	27,53	27,48	27,48	27,64	27,64	27,64
4	27,34	28,26	27,79	29,62	29,56	29,50	30,19	30,19	30,13	26,84	26,99	26,60	27,44	27,44	27,44	27,64	27,69	27,64
7	28,36	31,08	31,50	29,96	29,96	30,01	29,96	29,96	29,96	27,44	27,74	28,00	27,53	27,59	27,59	27,64	27,69	27,69
8	28,90	32,33	31,56	30,30	30,30	30,30	30,01	30,07	30,07	27,89	28,05	28,15	27,69	27,74	27,79	27,69	27,74	27,74
9	29,23	31,75	30,25	30,60	30,60	30,54	30,19	30,19	30,25	28,00	28,15	28,05	27,89	27,89	27,89	27,79	27,79	27,79
10	28,63	31,01	31,26	30,66	30,60	30,54	30,30	30,36	30,36	27,89	27,84	28,00	27,95	28,00	28,00	27,84	27,84	27,84
11	28,63	30,13	30,66	30,60	30,54	30,48	30,42	30,42	30,42	27,79	27,79	27,89	28,00	28,00	28,00	27,89	27,89	27,89
14	29,17	32,13	32,13	30,78	30,72	30,72	30,48	30,48	30,48	27,79	27,84	28,00	28,00	28,05	28,00	27,95	27,95	28,00
15	28,79	30,54	29,28	30,90	30,90	30,84	30,54	30,54	30,60	27,84	27,95	27,79	28,05	28,05	28,05	28,00	28,00	28,00
16	27,69	30,07	31,26	30,72	30,60	30,54	30,60	30,60	30,60	27,27	27,39	27,53	28,05	28,00	28,00	28,00	28,00	28,05
17	28,74	31,14	31,82	30,60	30,60	30,54	30,60	30,60	30,60	27,53	27,53	27,69	27,95	27,95	27,89	28,05	28,05	28,00
18	28,21	28,47	30,13	30,66	30,66	30,66	30,60	30,60	30,60	27,39	27,44	27,64	27,89	27,89	27,89	28,00	27,95	27,95
21	29,06	31,32	30,84	30,60	30,60	30,54	30,54	30,54	30,54	27,74	27,89	27,95	27,89	27,89	27,89	27,95	27,95	27,95
22	28,74	31,52	30,84	30,66	30,66	30,60	30,54	30,54	30,54	27,89	28,00	28,05	27,89	27,89	27,89	27,95	27,95	27,95
23	29,01	29,67	30,13	30,72	30,66	30,60	30,60	30,60	30,60	28,00	28,05	27,95	27,95	27,95	27,95	27,95	27,95	27,95
24	28,21	30,95	32,00	30,54	30,48	30,42	30,60	30,60	30,60	27,79	27,84	27,95	27,95	27,95	27,95	27,95	27,95	27,95
25	29,23	31,38	31,75	30,66	30,60	30,66	30,60	30,54	30,60	28,10	28,15	28,36	27,95	27,95	28,00	28,00	28,00	28,00
28	29,62	31,38	31,88	30,95	30,95	30,90	30,72	30,72	30,72	28,05	28,10	28,15	27,90	27,95	27,95	27,89	27,89	27,89
29	30,01	31,26	31,69	31,08	31,08	31,08	30,78	30,78	30,78	28,21	28,00	28,10	28,00	28,00	28,00	27,95	27,95	27,95
30	29,73	31,94	30,36	31,20	31,20	31,14	30,84	30,84	30,84	28,36	28,36	28,10	28,10	28,05	28,10	28,00	28,00	27,95
MED	28,68	30,53	30,62	30,55	30,52	30,48	30,46	30,46	30,47	27,65	27,72	27,78	27,85	27,85	27,86	27,87	27,88	27,87
MÁX	30,01	32,33	32,13	31,20	31,20	31,14	30,84	30,84	30,84	28,36	28,36	28,36	28,10	28,05	28,10	28,05	28,05	28,05
MÍN	26,99	27,79	27,79	29,62	29,56	29,50	29,96	29,96	29,96	26,60	26,26	26,60	27,44	27,44	27,44	27,64	27,64	27,64

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) – MAIO/2008																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)										LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
2	27,69	27,44	27,84	30,84	30,66	30,66	30,90	30,90	30,90	27,39	27,19	27,19	28,05	28,05	28,00	28,05	28,05	28,05
5	25,93	26,74	26,74	29,50	29,45	29,34	30,42	30,36	30,31	25,70	25,66	25,84	27,34	27,29	27,19	27,95	27,89	27,89
6	26,45	28,36	29,67	29,28	29,23	29,23	30,25	30,19	30,13	25,93	26,12	26,50	27,14	27,14	27,14	27,84	27,79	27,80
7	27,95	26,99	29,01	29,45	29,45	29,45	30,07	30,07	30,02	26,70	27,04	27,14	27,19	27,19	27,24	27,74	27,74	27,74
8	28,21	29,85	29,39	29,67	29,67	29,67	30,02	30,02	30,02	27,19	27,29	27,29	27,34	27,39	27,39	27,69	27,69	27,69
9	27,95	28,21	28,47	29,73	29,73	29,67	30,02	30,02	30,02	27,14	27,14	27,17	27,49	27,49	27,49	27,69	27,69	27,69
12	27,59	29,34	28,15	29,56	29,56	29,50	29,90	29,90	29,90	27,14	27,19	27,04	27,59	27,54	27,54	27,74	27,74	27,74
13	27,04	28,36	28,00	29,50	29,45	29,34	29,90	29,90	29,90	26,65	26,79	26,65	27,19	27,24	27,24	27,29	27,34	27,44
14	26,84	28,74	29,62	29,23	29,17	29,06	29,79	29,79	29,79	26,60	26,70	26,89	27,24	27,24	27,24	27,49	27,49	27,49
15	27,84	29,79	30,78	29,23	29,23	29,23	29,79	29,79	29,79	26,94	27,04	27,19	27,24	27,24	27,24	27,54	27,54	27,49
16	28,15	30,72	31,38	29,56	29,56	29,62	29,67	29,67	29,67	27,29	27,59	27,79	27,34	27,34	27,39	27,54	27,54	27,54
19	27,89	30,36	31,08	30,19	30,19	30,13	29,67	29,67	29,67	27,19	27,58	27,79	27,79	27,79	27,79	27,64	27,64	27,69
20	29,01	31,50	32,39	30,25	30,19	30,19	30,01	30,01	30,01	27,69	27,84	28,00	27,79	27,79	27,84	27,69	27,74	27,74
21	28,47	32,07	32,59	30,48	30,48	30,48	30,07	30,07	30,07	27,79	28,15	28,36	27,89	27,89	27,89	27,74	27,74	27,79
22	27,95	31,82	32,26	30,78	30,78	30,78	30,13	30,13	30,13	27,69	28,47	28,69	28,05	28,05	28,10	27,84	27,84	27,84
23	27,69	31,32	31,94	30,96	30,90	30,90	30,25	30,25	30,31	27,59	28,58	28,68	28,21	28,21	28,26	27,89	27,89	27,89
26	28,31	30,78	30,01	30,78	30,72	30,66	30,36	30,36	30,42	27,74	27,74	27,59	28,26	28,26	28,26	28,10	28,10	28,10
27	28,21	30,72	30,96	30,66	30,60	30,54	30,60	30,60	30,60	27,59	27,74	27,89	28,21	28,21	28,15	28,15	28,15	28,15
28	29,01	31,20	31,26	30,60	30,60	30,60	30,60	30,60	30,60	28,05	28,15	28,26	28,15	28,15	28,21	28,15	28,15	28,15
29	28,74	31,08	30,60	30,72	30,66	30,66	30,54	30,54	30,54	28,31	28,42	28,47	28,26	28,26	28,26	28,15	28,15	28,15
30	28,85	29,34	29,23	30,66	30,60	30,54	30,60	30,60	30,54	28,00	28,05	28,05	28,31	28,31	28,31	28,15	28,15	28,15
MED	27,89	29,75	30,07	30,08	30,04	30,01	30,17	30,16	30,16	27,25	27,45	27,55	27,72	27,72	27,72	27,81	27,81	27,82
MÁX	29,01	32,07	32,59	30,96	30,90	30,90	30,90	30,90	30,90	28,31	28,58	28,69	28,31	28,31	28,31	28,15	28,15	28,15
MÍN	25,93	26,74	26,74	29,23	29,17	29,06	29,67	29,67	29,67	25,70	25,66	25,84	27,14	27,14	27,14	27,29	27,34	27,44

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - JUNHO/2008																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)									LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)									
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	25,38	25,66	25,79	29,56	29,50	29,34	30,42	30,42	30,36	25,52	25,52	25,52	27,74	27,64	27,39	28,15	28,15	28,15
2	25,29	26,22	26,22	29,01	28,90	28,79	30,19	30,13	30,07	25,43	25,52	25,70	27,29	27,29	27,19	28,05	28,05	28,00
3	25,56	26,99	27,64	28,68	28,63	28,58	29,90	29,85	29,79	25,70	25,84	26,12	27,09	27,04	27,04	27,89	27,84	27,84
4	25,75	27,89	28,58	28,69	28,69	28,63	29,67	29,62	29,56	26,12	26,17	26,60	26,99	26,99	26,99	27,74	27,74	27,69
5	26,22	29,23	29,28	29,01	28,90	28,90	29,56	29,50	29,50	26,70	26,79	27,09	27,09	27,09	27,09	27,69	27,64	27,64
6	27,84	28,63	28,52	29,01	29,12	29,12	29,50	29,50	29,50	27,29	27,39	27,64	27,24	27,24	27,29	27,59	27,59	27,59
9	26,45	30,42	30,31	29,73	29,73	29,73	29,67	29,67	29,67	28,00	28,10	28,21	27,79	27,79	27,79	27,69	27,74	27,74
10	27,95	30,42	30,36	29,90	29,90	29,85	29,73	29,79	29,79	28,05	28,10	28,15	27,89	27,95	27,95	27,79	27,79	27,79
11	28,00	30,60	30,66	30,02	29,96	29,90	29,85	29,90	29,62	27,95	28,10	28,31	28,00	28,00	28,05	27,84	27,84	27,89
12	28,52	30,36	30,31	29,96	30,13	29,90	29,90	29,96	29,79	28,10	28,15	28,21	28,10	28,10	28,05	27,89	27,95	27,89
13	28,79	30,84	30,72	30,02	30,19	29,96	30,02	30,02	30,02	28,31	28,47	28,52	28,15	28,15	28,21	28,00	28,00	28,00
16	28,36	29,85	29,62	30,42	30,36	30,25	30,19	30,19	30,23	28,10	28,21	28,21	28,31	28,31	28,31	28,10	28,15	28,15
17	26,99	28,15	29,67	30,36	29,96	29,85	30,25	30,25	30,25	27,34	27,24	27,39	28,31	28,31	28,26	28,15	28,15	28,15
18	27,29	29,62	30,60	30,19	30,19	29,96	30,25	30,25	30,25	27,39	27,44	27,64	28,15	28,10	28,10	28,15	28,15	28,21
19	28,36	31,32	29,67	30,19	30,19	30,01	30,25	30,25	30,25	27,69	27,84	27,69	28,10	28,10	28,10	28,15	28,15	28,21
20	26,99	30,95	30,54	30,36	30,36	30,31	30,25	30,25	30,25	28,05	28,05	28,15	28,15	28,21	28,21	28,15	28,15	28,15
23	28,26	29,17	30,48	30,36	30,36	30,36	30,31	30,31	30,31	27,84	27,64	27,79	28,26	28,26	28,26	28,26	28,26	28,26
24	27,24	29,23	29,67	30,42	30,42	30,31	30,31	30,31	30,36	27,19	27,14	27,24	28,21	28,21	28,15	28,26	28,26	28,21
25	26,70	28,63	27,19	30,19	30,13	30,02	30,31	30,31	30,31	26,55	26,55	26,84	28,05	28,05	28,00	28,21	28,21	28,21
26	26,60	27,24	27,44	29,96	29,90	29,79	30,25	30,25	30,25	26,60	26,45	26,65	27,84	27,84	27,79	28,15	28,15	28,15
27	26,65	29,45	29,12	29,56	29,50	29,39	30,19	30,13	30,13	26,45	26,65	26,99	27,69	27,64	27,64	28,10	28,10	28,10
30	27,04	30,42	31,14	29,79	29,79	29,73	29,90	29,90	29,96	27,19	27,24	27,49	27,79	27,79	27,79	27,95	27,95	27,95
MED	27,10	29,15	29,25	29,79	29,76	29,67	30,04	30,03	30,01	27,16	27,21	27,37	27,83	27,82	27,80	28,00	28,00	28,00
MÁX	28,79	31,32	31,14	30,42	30,42	30,36	30,42	30,42	30,36	28,31	28,47	28,52	28,31	28,31	28,31	28,26	28,26	28,26
MÍN	25,29	25,66	25,79	28,68	28,63	28,58	29,50	29,50	29,50	25,43	25,52	25,52	26,99	26,99	26,99	27,59	27,59	27,59

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) - JULHO/2008																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)									LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)									
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	27,19	30,78	31,06	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	27,29	27,44	27,69	27,84	27,84	27,89	27,95	28,00	28,00
2	27,09	31,63	31,50	30,13	30,13	30,13	30,02	30,02	30,07	27,29	27,59	27,79	27,95	27,95	27,95	28,00	28,00	28,00
3	27,44	32,20	31,14	30,25	30,31	30,31	30,07	30,13	30,13	27,34	27,69	27,89	28,00	28,00	28,05	28,00	28,05	28,05
4	27,29	30,72	31,57	30,48	30,42	30,48	30,19	30,19	30,19	27,74	27,95	28,15	28,10	28,10	28,10	28,05	28,05	28,10
7	27,95	30,02	31,57	30,84	30,78	30,78	30,42	30,42	30,42	28,21	28,42	28,52	28,42	28,42	28,42	28,21	28,21	28,21
8	28,47	31,82	31,75	30,90	30,90	30,84	30,48	30,48	30,54	28,31	28,36	28,36	28,47	28,47	28,47	28,26	28,26	28,26
9	28,52	31,38	31,38	30,90	30,84	30,78	30,54	30,60	30,60	28,26	28,36	28,36	28,47	28,47	28,57	28,31	28,31	28,95
10	28,42	30,96	30,72	30,84	30,84	30,78	30,54	30,60	30,60	28,15	28,15	28,15	28,68	28,68	28,68	28,47	28,15	28,47
11	28,21	30,19	29,90	30,78	30,72	30,60	30,54	30,60	30,60	27,79	27,79	27,89	28,63	28,63	28,58	28,47	28,47	28,47
14	28,52	31,20	31,08	30,78	30,78	30,72	30,54	30,60	30,60	28,21	28,36	28,42	28,52	28,58	28,58	28,47	28,47	28,47
15	28,21	30,60	30,31	30,84	30,84	30,72	30,60	30,60	30,66	28,05	27,95	27,79	28,63	28,63	28,63	28,47	28,47	28,47
16	27,54	30,60	30,42	30,72	30,66	30,66	30,66	30,66	30,66	27,39	27,39	27,69	28,58	28,58	28,58	28,47	28,52	28,52
17	27,24	30,31	28,05	30,60	30,48	30,54	30,66	30,66	30,60	27,24	27,39	27,64	28,47	28,42	28,42	28,52	28,52	28,47
18	27,69	31,32	30,96	30,54	30,54	30,48	30,60	30,60	30,60	27,29	27,79	28,05	28,47	28,42	28,42	28,52	28,47	28,47
21	28,74	32,52	32,72	30,90	30,90	30,84	30,66	30,66	30,72	28,26	28,63	28,95	28,63	28,63	28,63	28,47	28,52	28,52
22	28,74	32,91	32,52	30,90	31,08	31,08	30,66	30,72	30,78	28,42	28,90	29,23	28,63	28,79	28,79	28,47	28,52	28,52
23	29,56	33,73	33,66	31,32	31,32	31,32	30,78	30,84	30,84	28,63	29,01	29,28	28,90	28,90	28,90	28,58	28,58	28,63
24	29,45	33,38	32,58	31,50	31,50	31,44	30,90	30,96	30,96	28,68	29,01	29,23	29,01	29,01	29,01	28,63	28,68	28,68
25	28,90	32,58	32,33	31,63	31,57	31,44	31,02	31,02	31,08	28,36	28,68	28,95	29,06	29,06	29,01	28,74	28,74	28,74
28	29,34	34,14	32,39	31,75	31,69	31,44	31,20	31,20	30,96	28,52	28,79	28,95	29,01	29,01	29,01	28,79	28,79	28,74
29	30,13	34,86	33,38	31,88	31,88	31,82	31,26	31,26	31,32	28,74	29,12	29,34	29,06	29,06	29,06	28,79	28,79	28,85
30	29,50	34,86	34,43	32,07	32,01	31,94	31,32	31,38	31,38	28,63	28,90	29,06	29,12	29,12	29,12	28,85	28,85	28,85
31	29,96	34,43	34,00	32,13	32,13	32,07	31,44	31,44	31,44	28,52	28,74	28,85	29,12	29,12	29,06	28,85	28,85	28,90
MED	28,44	32,05	31,71	30,98	30,97	30,92	30,65	30,68	30,68	28,06	28,28	28,44	28,60	28,60	28,61	28,45	28,45	28,49
MÁX	30,13	34,86	34,43	32,13	32,13	32,07	31,44	31,44	31,44	28,74	29,12	29,34	29,12	29,12	29,12	28,85	28,85	28,95
MÍN	27,09	30,02	28,05	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	27,24	27,39	27,64	27,84	27,84	27,89	27,95	28,00	28,00

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) – AGOSTO/2008																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)										LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	30,02	34,57	35,08	32,26	32,26	32,13	31,50	31,50	31,57	28,52	28,79	28,95	29,12	29,06	29,06	28,90	28,90	28,90
4	30,72	34,43	34,14	32,65	32,58	32,52	31,75	31,75	31,82	28,74	28,90	29,23	29,12	29,17	29,17	28,90	28,90	28,95
5	30,90	36,53	35,15	32,65	32,58	32,52	31,82	31,82	31,82	29,01	29,34	29,62	29,17	29,23	29,23	28,95	28,95	28,95
6	31,08	36,14	35,15	32,85	32,78	32,58	31,88	31,88	31,88	29,12	29,39	29,34	29,28	29,28	29,28	28,95	28,95	28,95
7	30,72	37,33	35,52	32,91	32,85	32,78	31,94	31,94	32,01	29,06	29,39	29,56	29,39	29,39	29,39	29,01	29,01	29,01
8	31,14	36,14	36,14	33,05	33,05	32,98	32,01	32,07	32,07	29,06	29,39	29,50	29,39	29,39	29,39	29,06	29,06	29,06
11	30,25	33,66	34,07	32,98	32,85	32,78	32,26	32,26	32,26	28,85	29,01	29,12	29,45	29,39	29,39	29,17	29,17	29,17
12	30,25	32,33	31,26	32,85	32,72	32,65	32,26	32,26	32,26	28,52	28,74	28,68	29,39	29,39	29,39	29,17	29,17	29,17
13	29,39	33,25	33,59	32,52	32,33	32,26	32,20	32,20	32,20	28,36	28,79	29,06	29,39	29,28	29,28	29,17	29,17	29,17
14	30,13	34,14	33,79	32,39	32,39	32,33	32,13	32,13	32,13	28,68	29,06	29,17	29,28	29,28	29,28	29,17	29,17	29,17
15	30,19	33,45	33,38	32,58	32,52	32,52	32,07	32,07	32,07	28,85	29,12	29,34	29,34	29,34	29,34	29,17	29,17	29,17
18	30,07	35,00	34,28	32,78	32,72	32,65	32,20	32,20	32,26	28,85	29,34	29,62	29,50	29,50	29,50	29,23	29,23	29,23
19	30,66	34,64	33,32	32,85	32,78	32,85	32,26	32,26	32,26	29,17	29,56	29,79	29,50	29,50	29,50	29,23	29,23	29,23
20	30,66	33,66	33,59	32,98	32,91	32,85	32,26	32,33	32,33	29,17	29,56	29,73	29,56	29,62	29,62	29,28	29,28	29,28
21	30,36	33,66	33,73	32,91	32,85	32,78	32,33	32,33	32,33	29,12	29,39	29,62	29,62	29,62	29,62	29,28	29,28	29,34
22	30,07	33,18	33,18	32,98	32,91	32,85	32,33	32,33	32,39	28,79	28,95	29,17	29,62	29,67	29,62	29,34	29,34	29,34
25	30,72	33,25	30,72	32,72	32,72	32,65	32,33	32,33	32,33	29,39	29,62	28,85	29,56	29,62	29,62	29,34	29,34	29,39
26	29,28	31,63	32,45	32,45	32,39	32,20	32,33	32,33	32,33	27,89	28,10	28,63	29,56	29,56	29,45	29,39	29,39	29,39
27	29,84	33,52	33,45	32,26	32,26	32,20	32,26	32,20	32,20	28,58	28,79	29,06	29,34	29,34	29,34	29,39	29,39	29,39
28	30,02	33,66	33,93	32,45	32,39	32,39	32,13	32,13	32,13	28,58	28,90	29,28	29,34	29,34	29,34	29,28	29,28	29,28
29	30,42	34,36	33,73	32,65	32,65	32,65	32,20	32,20	32,20	28,84	29,28	29,67	29,39	29,39	29,39	29,28	29,28	29,28
MED	30,33	34,22	33,79	32,70	32,64	32,58	32,12	32,12	32,14	28,82	29,11	29,29	29,40	29,40	29,39	29,17	29,17	29,18
MÁX	31,14	37,33	36,14	33,05	33,05	32,98	32,33	32,33	32,39	29,39	29,62	29,79	29,62	29,67	29,62	29,39	29,39	29,39
MÍN	29,28	31,63	30,72	32,26	32,26	32,13	31,50	31,50	31,57	27,89	28,10	28,63	29,12	29,06	29,06	28,90	28,90	28,90

MEDIDAS DE TEMPERATURA (°C) – SETEMBRO/2008																		
LOCAL SEM COBERTURA VEGETAL (s/c)										LOCAL COM COBERTURA VEGETAL (c/c)								
	0,02 m			0,5 m			1,0 m			0,02 m			0,5 m			1,0 m		
Hora/ Dia	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h	08 h	13 h	18 h
1	29,96	32,65	32,65	32,91	32,85	32,78	31,38	32,39	32,39	28,36	29,34	29,12	29,50	29,50	29,45	29,34	28,85	29,34
2	31,63	33,59	31,88	32,72	32,65	32,65	32,39	32,39	32,39	28,79	29,01	28,90	29,45	29,45	29,39	29,34	29,34	29,34
3	28,74	32,98	32,07	32,52	32,45	32,39	32,39	32,39	32,39	28,31	28,63	28,68	29,39	29,34	29,34	29,34	29,34	29,34
4	29,01	32,91	32,39	32,45	32,33	32,26	32,39	32,26	32,26	27,89	28,42	28,63	29,28	29,23	29,17	29,28	29,28	29,28
8	29,34	32,97	32,85	32,26	32,20	32,13	32,20	32,07	32,13	27,89	27,95	28,42	29,17	29,12	29,06	29,23	29,23	29,23
9	30,13	32,26	30,78	32,33	32,33	32,33	32,13	32,13	32,13	28,26	28,63	28,21	29,06	29,06	29,06	29,17	29,17	29,17
10	29,85	32,78	33,11	32,20	32,20	32,07	32,20	32,20	32,20	28,00	28,21	28,47	29,06	29,06	29,01	29,17	29,17	29,17
11	29,79	33,59	33,05	32,26	32,26	32,20	32,13	32,13	32,13	27,89	28,26	28,68	29,01	29,01	29,01	29,12	29,12	29,12
12	30,13	33,86	33,05	32,39	32,39	32,39	32,13	32,13	32,13	28,63	29,28	29,34	29,01	29,06	29,06	29,12	29,12	29,12
15	28,74	32,07	32,06	32,07	31,94	31,82	32,20	32,20	32,20	27,64	28,10	28,52	29,06	29,06	29,01	29,12	29,17	29,12
16	28,79	30,13	30,72	31,94	31,88	31,82	32,07	32,07	32,07	27,19	27,39	27,39	29,01	28,95	29,23	29,12	29,12	29,12
17	28,74	29,85	30,13	31,63	31,57	31,44	31,94	31,94	31,94	27,14	27,09	27,64	28,79	28,79	28,74	29,06	29,06	29,06
18	28,90	31,63	32,20	31,38	31,26	31,20	31,88	31,82	31,75	27,79	28,00	28,31	28,63	28,63	28,63	29,01	29,01	29,01
19	29,85	33,52	33,52	31,50	31,50	31,57	31,69	31,63	31,63	27,95	28,52	28,79	28,68	28,68	28,68	28,95	28,95	28,95
22	27,19	29,28	30,19	31,20	31,14	31,02	31,75	31,69	31,69	26,55	26,74	27,09	28,68	28,63	28,58	28,90	28,90	28,90
23	27,69	32,26	31,94	30,96	30,96	30,96	31,57	31,50	31,50	27,04	27,59	28,00	28,42	28,42	28,36	28,85	28,85	28,85
24	28,74	33,38	33,11	31,38	31,38	31,44	31,44	31,44	31,44	27,95	28,58	28,79	28,47	28,47	28,47	28,79	28,79	28,79
25	29,01	34,64	31,57	31,88	31,88	31,82	31,50	31,50	31,57	28,10	28,68	28,21	28,68	28,68	28,60	28,74	28,79	28,79
26	29,73	33,05	33,73	32,07	31,63	31,63	31,63	31,69	31,69	27,54	28,00	28,95	28,74	28,74	28,60	28,79	28,79	28,79
29	30,42	33,05	34,02	32,72	32,65	32,58	32,01	32,07	32,13	28,47	28,42	28,79	29,01	29,12	29,06	28,85	28,90	28,90
30	30,96	34,57	34,50	32,78	32,78	32,72	32,13	32,20	32,20	28,63	29,28	29,34	29,06	29,12	29,12	28,95	28,95	28,95
MED	29,40	32,62	32,36	32,07	32,01	31,96	31,96	31,99	32,00	27,91	28,29	28,49	28,96	28,96	28,93	29,06	29,04	29,06
MÁX	31,63	34,64	34,50	32,91	32,85	32,78	32,39	32,39	32,39	28,79	29,34	29,34	29,50	29,50	29,45	29,34	29,34	29,34
MÍN	27,19	29,28	30,13	30,96	30,96	30,96	31,38	31,44	31,44	26,55	26,74	27,09	28,42	28,42	28,36	28,74	28,79	28,79