



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE METEOROLOGIA**



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
PATRÍCIA MALCHER CHAVES**



**ESTUDO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO,  
NO PROJETO ESECAFLOR – LBA, CAXIUANÃ - PA.**

**239**

**BELÉM – PARÁ  
DEZEMBRO – 2008**

**PATRÍCIA MALCHER CHAVES**

**ESTUDO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO,  
NO PROJETO ESECAFLOR – LBA, CAXIUANÃ – PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, às exigências para obtenção do grau superior de Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. Antonio Carlos Lola da Costa

**Belém – Pará  
Dezembro de 2008**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

---

Chaves, Patrícia Malcher

C512e          Estudo da variação da temperatura e umidade do solo,  
no Experimento ESECAFLOR – LBA, Caxiuanã - Pa. / Patrícia  
Malcher Chaves. – 2008

36 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em  
Meteorologia) – Faculdade de Meteorologia, Instituto de  
Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Segundo  
Semestre de 2008.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Lola da Costa.

1. Temperatura. 2. Umidade. 3. Floresta. 4. Caxiuanã  
(PA). I. Universidade Federal do Pará. II. Costa, Antonio  
Carlos Lola da, Orient. III. Título.

CDD 20º ed.: 551.525098115

---

**PATRÍCIA MALCHER CHAVES**

**ESTUDO DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO,  
NO PROJETO ESECAFLOR – LBA, CAXIUANÃ – PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de  
Meteorologia do Instituto de  
Geociências da Universidade Federal  
do Pará – UFPA, às exigências para  
obtenção do grau superior de Bacharel  
em Meteorologia.

Data de aprovação ---/12/2008

**Banca examinadora**

-----  
Prof. Antonio Carlos Lola da Costa  
Doutor em Engenharia Ambiental  
Universidade Federal do Pará

-----  
Prof. Dimitrie Nechet  
Mestre em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará

-----  
Prof<sup>a</sup>. Maria do Carma Felipe de Oliveira  
Mestre em Meteorologia Agrícola  
Universidade Federal do Pará

-----  
Prof. Paulo Fernando de Souza Souza  
Diretor da Faculdade de Meteorologia  
Mestre em Meteorologia

Dedico essa obra aos meus pais, Pedro e Arlene Costa, ao meu esposo Jonas Chaves e ao professor e amigo Dimitrie Nechet.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por te me dado força, saúde, determinação e discernimento para enfrentar todos os obstáculos que encontrei até aqui.

Ao meu orientador professor Dr. Antonio Carlos Lola da Costa, pela atenção e orientação neste trabalho.

A meus pais por te me dado a vida e educação, sem eles com certeza não seria o que sou hoje.

A meus irmãos que sempre me apoiaram em todas as horas.

A meu esposo Jonas Chaves por toda compreensão e apoio que me deu durante os quatro anos de curso.

A minha querida professora Midori Makino, nunca encontrei uma pessoa tão maravilhosa quanto ela, sempre que precisei nunca se opôs a ajudar.

Ao professor e amigo Dimitrie Nechet, por toda ajuda e atenção que teve comigo nas horas de dúvida.

A todos os professores do curso de meteorologia pelo conhecimento que me repassaram, o qual foi essencial para a minha formação.

Ao professor Everaldo Barreiros e toda a equipe do RPCH pela contribuição na realização deste trabalho.

A todos os meus amigos da turma de 2005, em especial a Alexandra Tavares, Daniela Ananias, Gleyciano Teixeira, Ionara Siqueira, Junior Sousa, Luciana Sousa, Rafael Cordeiro, Rômulo Oliveira, Thiago Sepeda e Vânia Franco por todo companheirismo, amizade e por todos os momentos que passamos juntos nos quatro anos de curso. E aos alunos da turma de 2004, onde fiz grandes amizades.

A minha amiga Nelma Lima, que pouco tempo esteve junto da turma, mas que deixou sua marca registrada e muitas saudades.

A meus amigos João Athaydes e Roselene Garcia pelas dicas maravilhosas que me deram.

A todos que de alguma forma contribuíram, fica meu agradecimento.

“Entrai pela porta estreita (larga é a porta, e espaçoso, o caminho que conduz para a perdição, e são muitos os que entram por ela), porque estreita é a porta, e apertado, o caminho que conduz para a vida, e são poucos os que acertam com ela”.

*(Mateus 7.13-14.)*

## RESUMO

O Experimento ESECAFLORE consiste na simulação de um período de seca prolongada na floresta, para avaliar o impacto da seca nos fluxos de água, em uma floresta tropical Amazônica, investigando a influência da exclusão da água no solo, sobre o ciclo da floresta e as alterações provocadas pelo evento, simulando o fenômeno El Niño, que afeta a parte oriental da Amazônia, na diminuição das chuvas. Na realidade, o experimento simula o que ocorre na floresta, em caso de um El Niño prolongado. Na estrutura física, consta de uma área de 1 hectare(parcela B) coberta por placas plásticas, dificultando a entrada da água da chuva, em torno de 90%. Uma outra parcela, também de 1 hectare(Parcela A) servindo de referência, recebendo, normalmente a água da chuva. Essas parcelas são delimitadas por trincheiras, cuja profundidade varia de 50 a 150 cm. A manutenção das placas plásticas é feita naturalmente, em virtude de queda de galhos, árvores e dos instrumentos, tanto na superfície, como nas camadas abaixo do solo. Os dados de temperatura do solo e umidade do solo, dos anos de 2006 e 2007 foram estudados na sua variação, nas duas parcelas. Os resultados encontrados mostram que a parcela A, em termos de umidade do solo, apresentou maior variação, quando comparada com a parcela B, e essa se manteve constante nos níveis estudados. Já a temperatura do solo na parcela B sempre esteve acima da temperatura do solo da parcela A, em todos os níveis estudados, devido essa parcela se encontrar em estresse hídrico.

**Palavras Chaves:** Temperatura. Umidade. Floresta. Caxiuanã (PA)



## ABSTRACT

ESECAFLORE Experiment consists on a simulation of a period of prolonged drought in the forest, to evaluate the impact of dries in the water flows, in an Amazonian tropical forest, investigating the influence of the water exclusion in the ground, on forest cycle, and the alterations provoked by the event, simulating the El Niño phenomenon, that affects the eastern part of the Amazônia, in the reduction of rains. Actually, the experiment simulates what occurs in the forest, in case of a prolonged El Niño. In the physical structure, it consists of an area of one hectare (parcel B) covered by plastic plates, making it difficult the entrance of the rain water, around 90%. An another parcel, of one hectare (Parcel A) serving of reference, also receiving normally the rain water. These parcels are delimited by trenches, whose depth varies from 50 to 150 cm the maintenance of plastic is naturally made, because of fall of twigs, trees and of the instruments, as much in the surface, as in the layers below of the ground. The ground temperature and humidity data, from the years of 2006 and 2007 had been studied in its variation, of the two parcels. The results show that the parcel A, in terms of ground humidity, presented greater variation, when comparative with parcel B, and this kept constant in the studied levels. Already the ground temperature in parcel B always was above of the ground temperature of parcel A, in all the studied levels, because this parcel was presented in hidric stress.

**Key Words:** Temperature. Humidity. Forest. Caxiuanã (Pará)

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Vista de cima dos painéis colocados sobre a área de exclusão de água	16
Figura 02	Visão interna da Floresta de Caxiuanã, durante a construção da área de exclusão	17
Figura 03	Mapa do estado do Pará, onde está localizado o experimento ESECAFLORE no município de Melgaço, entre Portel e Porto de Moz.	21
Figura 04	Visão da entrada onde está localizada a Estação Científica Ferreira Pena	22
Figura 05	Umidade do solo em três níveis na parcela A.	24
Figura 06	Umidade do solo em três níveis na Parcela B.	24
Figura 07	Umidade do solo na superfície nas parcelas A e B.	25
Figura 08	Umidade do solo a 1,0 metros nas parcelas A e B.	26
Figura 09	Umidade do solo a 2,5 m nas parcelas A e B.	26
Figura 10	Temperatura do solo em três níveis na parcela A.	27
Figura 11	Temperatura do solo em três níveis na parcela B.	28
Figura 12	Temperatura do solo em 5 cm, nas parcelas A e B.	29
Figura 13	Temperatura do solo em 20 cm, nas parcelas A e B.	29
Figura 14	Temperatura do solo em 50 cm, nas parcelas A e B.	30
Figura 15	Umidade do solo na superfície nas parcelas A e B.	31
Figura 16	Temperatura do solo em 5cm nas parcelas A e B.	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm	Centímetro
CCM	Complexo Convectivo de Meso Escala
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
ENOS	El Niño Oscilação Sul
ESECAFLOR	Estudo da Seca na Floresta
FDR	Frequency Dominion Reflectometer (Reflectômetro de Domínio de Frequência)
FLONA	Floresta Nacional
ha	Hectare
km	Quilômetro
Lat	Latitude
Long	Longitude
mm	Milímetros
m	Metro
PA	Parcela A (controle)
PB	Parcela B (exclusão)
S	Sul
W	Oeste
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
2.1 O FENÔMENO EL NIÑO.....	14
2.2 EXPERIMENTO ESECAFLOR.....	15
2.3 UMIDADE DO SOLO.....	18
2.4 ESTRESSE HÍDRICO NA BIODIVERSIDADE DO SOLO.....	18
2.5 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA .....	19
2.6 TEMPERATURA DO SOLO .....	19
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	21
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS.....	22
3.3 TRATAMENTO DOS DADOS .....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	23
4.1 UMIDADE DO SOLO.....	23
4.2 TEMPERATURA DO SOLO .....	27
4.3 DADOS DIÁRIOS.....	31
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

Sempre ocorrem dúvidas sobre o comportamento de uma floresta sob influência de um EL NIÑO prolongado. Quais são as suas conseqüências para a biodiversidade e em última análise para as mudanças climáticas do globo.

A floresta Amazônia, sempre foi colocada como uma área especial dentro do globo, como responsável pela manutenção do clima mundial e com alterações dentro dela, o que poderia acontecer. Tal questionamento sempre existiu e existe.

Uma das pesquisas desenvolvidas no âmbito do Projeto LBA (Experimento em Grande Escala da Biosfera – Atmosfera na Amazônia é *O Impacto da Seca Prolongada nos Fluxos de Água e Dióxido de Carbono em uma Floresta Tropical Amazônica* (ESECAFLOR), localizado na Floresta Nacional de Caxiuanã. É um experimento ousado, inédito no mundo, em uma floresta, com precipitação o ano todo. Trata-se de simular um EL NIÑO em uma pequena área( 1 hectare) utilizando-se de coberturas, para o impedimento da água da chuva penetrar no solo, mantendo, assim, uma exclusão da água na floresta e uma outra área, também de 1 hectare), como referência, para comparações.

A área em estudo é de difícil acesso, com muitas horas de barco, a partir de Belém, e a manutenção da instrumentação e da cobertura são os desafios enfrentados pela equipe, que tem a responsabilidade de manter esse Experimento, com informações científicas fidedignas.

Em observações preliminares, nota-se perfeitamente o efeito da falta de água na área estudada. Apesar de se propagar, erroneamente, que a floresta é responsável por uma boa parte da precipitação, ela não é, e nenhum continente é auto-suficiente em água. Ela participa da precipitação, desde que haja reposição sazonal de água, que na região, em torno do Experimento, provém da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e dos sistemas locais e de meso-escala, os complexos convectivos de meso-escala (CCM).

Neste trabalho faz-se o estudo da variação da temperatura e da umidade do solo, das duas áreas, uma com a exclusão da chuva e a outra recebendo a precipitação normal, com o objetivo de mostrar que a falta de água na floresta, pela precipitação, torna essa floresta fraca e sem condições de suportar essa deficiência, por muito tempo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O FENÔMENO EL NIÑO

O fenômeno EL NIÑO, um aquecimento anômalo no Pacífico Tropical está associado com os impactos climáticos e econômicos em todo o globo. Tem ocorrido em intervalos não regulares e é relatado desde 1525, aparecendo nos relatórios de Francisco Pizarro. Inicialmente essa expressão não tinha o mesmo significado que possui hoje. O EL NIÑO era relacionado a uma corrente quente, que vai da área Equatorial para o Sul, substituindo a corrente fria do Peru (corrente fria de Humboldt), atingindo de 7°S a 12°S, banhando as costas do Equador e Peru, trazendo chuvas abundantes, causando inundações, prejudicando a indústria pesqueira e agrícola, daqueles países. Foi batizado com o nome de EL NIÑO (o menino, em espanhol) por ocorrer próximo ao Natal, ligado em termos religiosos, ao menino Jesus. Era relatado quando ocorria essa corrente quente. Até aí nada se sabia sobre a sua influência na variação das condições atmosféricas, em todo o mundo. Com o advento dos satélites meteorológicos, das bóias automáticas, verificou-se que o fenômeno estava associado ao aquecimento de uma grande área oceânica do Pacífico, em torno do Equador e a expressão passou a significar o aquecimento do Pacífico Equatorial. Com a incorporação do estudo de Walker sobre a diferença de pressão entre os locais de Tahiti (Polinésia) e Darwin (Austrália) ocasionados pela diferença de temperatura do oceano Pacífico, foi utilizada a expressão Oscilação Sul, mantida até hoje, por estar ligada ao fenômeno EL NIÑO. A expressão atual EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS) significa aquecimento de uma grande área do Pacífico, criando oscilações na pressão, quando comparadas essas duas localidades, dando condições dos cientistas, com essas oscilações, verificarem as condições de aquecimento.

Os estudos desse fenômeno foram intensificados com o ENOS de 1982/1983, sendo considerado um dos mais intensos. O ano de 1997, também foi considerado como no mesmo nível e em alguns períodos superior ao de 1982/1983, de acordo com o relato nos Climanálises (1997).

O estudo da célula de Walker por Kousky et al.(1984), citado por Cavalcanti(1996), mostra que o seu deslocamento para Este do Pacífico, próximo a

costa ocidental da América do Sul, tem influência sobre o Nordeste Brasileiro e partes da Amazônia. Marengo e Uvo (1996) afirmam que há um forte sinal do ENOS, na evidente variabilidade interanual no Nordeste do Brasil e com certa limitação na parte oriental da Amazônia. Muitos trabalhos foram publicados, fazendo a relação do fenômeno com as precipitações no Brasil (ASSIS et al, 1997; GALVANI et al, 1997) e alguns estudos sobre a Amazônia, como exemplo (OLIVEIRA, 1994; MARTORANO et al. 1992).

Esse comportamento de diminuição das precipitações, na parte oriental da Amazônia, levou ao Experimento ESECAFLOR, que será visto, a seguir, com maiores detalhes.

## 2.2 EXPERIMENTO ESECAFLOR

Uma das pesquisas desenvolvidas no âmbito do Projeto LBA: Experimento em Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia é *O Impacto da Seca Prolongada nos Fluxos de Água e Dióxido de Carbono em uma Floresta Tropical Amazônica* (ESECAFLOR), que consiste na simulação de um período de seca na floresta, na Floresta Nacional de Caxiuanã (FLONA Caxiuanã), para avaliar o impacto da seca prolongada nos fluxos de água e dióxido de Carbono, em uma floresta tropical amazônica, investigando a exclusão de água no solo sobre o ciclo da floresta e as alterações provocadas pelo evento, algo semelhante à influência de um fenômeno EL NIÑO.

Em sua estrutura física o ESECAFLOR é composto por duas parcelas (A e B) de 1 hectares cada. Essas áreas são delimitadas por trincheiras cavadas com profundidades, variando de 50 a 150 cm. A parcela A é usada como referência para os experimentos realizados na parcela B, onde está sendo feita a exclusão, de aproximadamente, 90% da água da chuva, com a utilização de cerca de 5.000 painéis plásticos instalados a uma altura de 1,5 a 4 metros, acima do solo (Fig. 01)



**Fig. 01** Vista de cima, dos painéis colocados sobre a área de exclusão da água.  
Fonte: Projeto ESECAFLOR

Cada uma das áreas possui uma torre metálica, com 30 metros de altura. Essas torres permitem o acesso fácil às árvores, para análise de fotossíntese, entre outros experimentos, além do monitoramento meteorológico, realizado por estações automáticas. As parcelas são mantidas, permanentemente limpas, com a substituição dos painéis plásticos danificados pela queda de galhos, frutos e eventualmente árvores. Possui também instrumentação, para obtenção de temperatura e umidade do solo, a diferentes profundidades.





Fig. 02- Visão interna da floresta nacional de Caxiuanã, durante a construção da área de exclusão.  
Fonte: Projeto ESECAFLO

O Experimento ESECAFLO possui uma área física de 33.000 ha, dentro da área dos 330.000 ha da Floresta Nacional de Caxiuanã, localizada em torno das coordenadas geográficas de Lat. 01° 42'S, Long. 051° 31'W, no município de Melgaço-PA(LISBOA et al., 1997).

A Floresta Amazônica pode sofrer mais do que outras regiões nos períodos de seca prolongada. O experimento ESECAFLO busca compreender o comportamento dos ecossistemas em resposta às mudanças climáticas. A fragilidade da Amazônia nesse aspecto está sendo atestado através de projetos de pesquisa, como o ESECAFLO. Segundo Meir (2002), pesquisador da Universidade de Edimburgo e um dos coordenadores do ESECAFLO, a pesquisa tem demonstrado que a floresta é mais sensível à seca, do que se pensava. Lourdes Ruivo (2003), pesquisadora do Museu Goeldi complementa afirmando que também foi comprovado, que a Amazônia não pode ser manejada de forma igual o ano todo.

O experimento ESECAFLOR está sendo desenvolvido, através de uma parceria entre o Museu Goeldi, a Universidade Federal do Pará (UFPA), sendo o coordenador o Prof. Dr. Antonio Carlos Lola da Costa, A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária(EMBRAPA), a Universidade de Viçosa, a Universidade de Edimburgo, sendo o coordenador o PhD Patrick Meir, além de outras instituições nacionais e internacionais (**PORTAL AMAZÔNIA, 2003**).

### 2.3 UMIDADE DO SOLO

Os solos de Caxiuanã variam de moderadamente drenados, a bem drenados, com pH entre 3,5(ácido) e 5,5 (moderadamente ácido). As análises mostram uma grande variação do conteúdo de água no solo e apresentam o mesmo tipo de solo, entretanto, após o fechamento da cobertura plástica na parcela B, em dezembro de 2001, logicamente o teor de água nesta parcela foi drasticamente reduzido. Em outra área, na parcela T, que apresenta um solo mais argiloso, o conteúdo de água é maior que nas parcelas A e B. Com a quantificação precisa do teor de água no solo, torna-se possível a avaliação confiável das alterações provocadas pela simulação da seca na parcela B do ESECAFLOR (FERREIRA DA COSTA et al.,2003)

### 2.4 ESTRESSE HÍDRICO NA BIODIVERSIDADE DO SOLO

Foram realizados estudos ambientais, desde o início de 2000 e têm demonstrado que o estresse hídrico influencia na produção de seiva (COSTA et al., 2007), nos fluxos de gases do solo, principalmente o CO<sub>2</sub>(SOTTA, 2006 e 2007), nas funções vegetais como a reprodutividade e na biodiversidade(RUIVO et al., 2007)

## 2.5 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Para a região Amazônica, como um todo, o período de chuvas intensas é compreendido entre os meses de janeiro a maio, sendo o período de poucas chuvas compreendido entre os meses de agosto a novembro. Os meses de junho/julho podem ser considerados como meses de transição entre o regime chuvoso e o menos chuvoso, ao passo que o mês de dezembro, pode ser considerado como o mês de transição entre o regime menos chuvoso e o chuvoso. (COSTA et al., 2006).

Também, Costa et al.(2006) mostram em pesquisa realizada com as precipitações de 2002 e 2003, que a área em estudo possui grande sazonalidade com um período chuvoso(janeiro a junho) totalizando um valor médio de 75,1% da chuva anual, ficando o período menos chuvoso(julho a dezembro) com um valor médio de 24,9% da chuva anual. Além dessa grande sazonalidade, observou-se também considerável variabilidade anual, sendo de, aproximadamente 23,1% a diferença observada entre a precipitação entre os anos de 2002 (2.049,3 mm) e 2003 (1.576,3 mm).

## 2.6 TEMPERATURA DO SOLO

De acordo com Prevedello (1996), a temperatura do solo é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das plantas. 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 armazenar e transferir calor são determinadas 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.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo, Experimento SECAFLO, está localizado na Floresta Nacional de Caxiuanã, em torno da localização geográfica de Lat.  $01^{\circ} 42' S$ , Long.  $051^{\circ} 31' W$ , distante em torno de 400 km de Belém, para Oeste(W) onde leva-se 25 horas de barco. Essa área em estudo, pertence ao município de Melgaço-PA, entre as cidades de Portel e Porto de Moz.. A Figura 03 mostra o mapa onde a área está localizada.



**Fig. 03** Mapa do estado Pará, onde está localizado O experimento ESECAFLO, no município de Melgaço, entre Portel e Porto de Moz.  
Fonte: Projeto ESECAFLO



Fig. 04 Visão da entrada onde está localizada a Estação Científica Ferreira Pena.  
Fonte: Museu Paraense Emílio Goeldi

### 3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Foram utilizados dados horários de Temperatura e Umidade do solo, referentes às 24 horas, dos anos de 2006 e 2007, nas profundidades de 5, 20 e 50 cm e superfície, 1 m e 2,5 m respectivamente. A temperatura do solo foi medida com sensores de temperatura LT 180. O conteúdo volumétrico de água no solo foi medido, por intermédio de sensores FDR (Reflectômetro de Domínio de Frequência). Foi utilizado o DATALOG CR1000 CAMPBELL, onde os sensores de temperatura e umidade são conectados a ele armazenando todos os dados.

### 3.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados brutos coletados por instrumentação instalados no projeto ESECAFLOR foram trabalhados em planilhas eletrônicas e separados de acordo com o tipo de variável meteorológica. Para este estudo utilizou-se médias mensais e diárias para a geração dos gráficos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 UMIDADE DO SOLO

De acordo com os dados obtidos no período de 2006 e 2007, foram feitas análises na temperatura e umidade do solo e então gerados os gráficos que seguem.

Nas Figuras 05 e 06, temos ilustrado a umidade do solo em três níveis, superfície, 1,0 m e 2,5 m, na parcela A e B, respectivamente, no qual nota-se que na parcela A há uma variação nos níveis estudados. Os três apresentam um comportamento semelhante na variação dos ciclos mensais, apresentando um pico mínimo em torno de 7%, no mês de outubro e um pico máximo em torno de 20,2%, no mês de março. O valor mínimo e o máximo ocorrem no período menos chuvoso e período chuvoso, respectivamente. Já na parcela B a variação é praticamente constante na variação dos ciclos mensais nos níveis de superfície e 1,0 m, com valor médio de 6% nos meses de julho a agosto, tendo uma pequena variação a partir do mês de agosto até o mês de setembro com um valor em torno de 8%. No nível de 2,5 m ocorreu uma falha no equipamento sendo registrados apenas os meses de maio a novembro, apresentando um valor de 9%. Essa variação quase constante é devido à parcela B se encontrar em estresse hídrico, já que em torno de 90% da precipitação pluviométrica é excluída através do projeto ESECAFLOR/LBA.

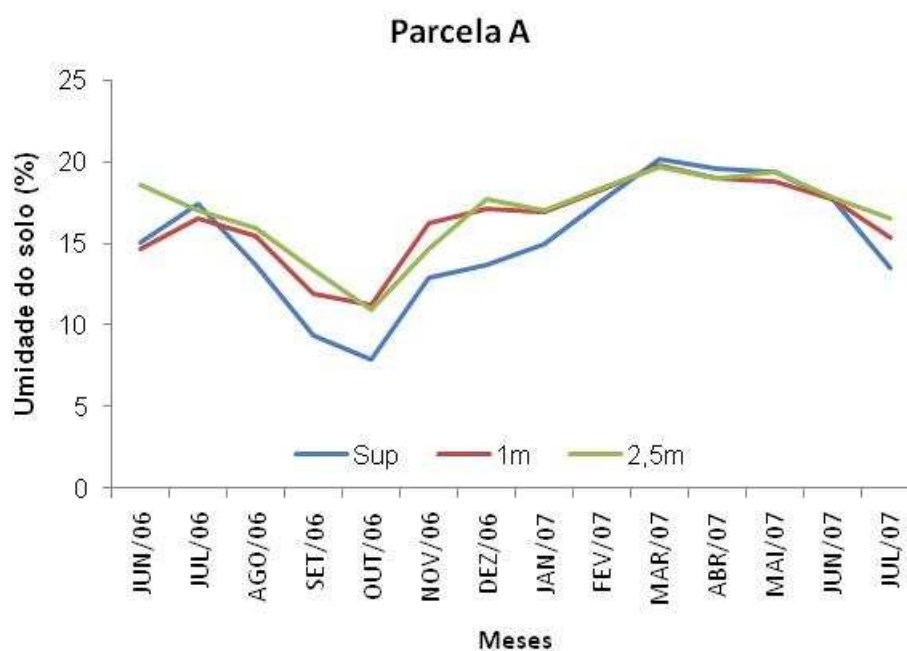


Fig.05 – Umidade do solo em três níveis na parcela A.

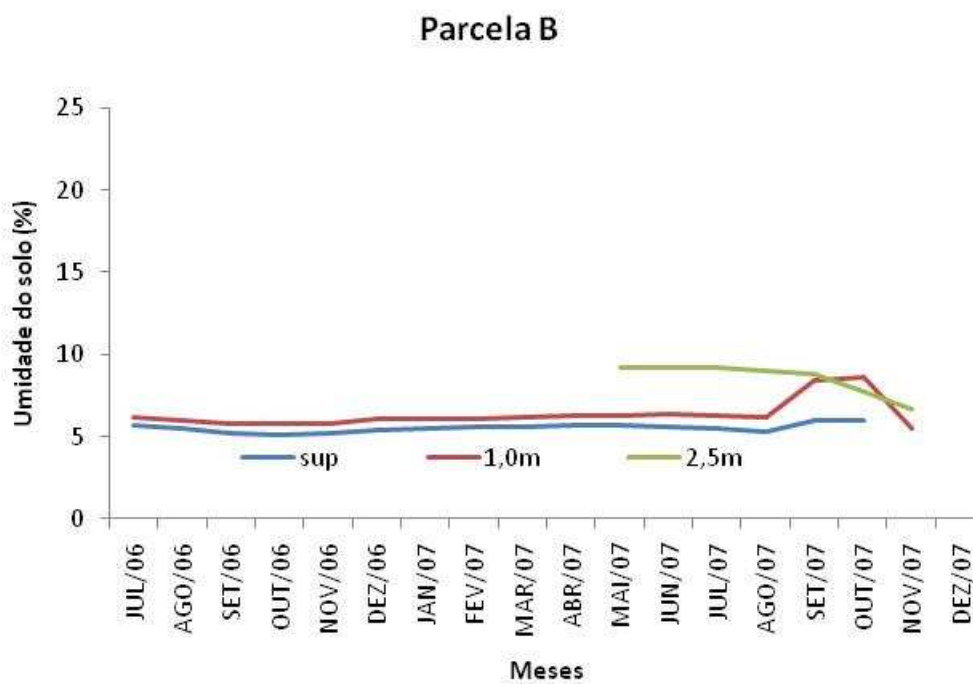


Fig. 06 – Umidade do solo em três níveis na Parcela B.



Nas Figuras 07, 08 e 09, temos a umidade do solo nos três níveis, superfície, 1 m e 2,5 m, nas quais podemos observar um comportamento semelhante na variação mensal tanto na parcela A quanto na parcela B para as três profundidades. A umidade do solo na parcela A mostra um ciclo mensal onde temos uma diminuição de umidade nos meses de julho a outubro com um valor em torno de 8% e um período onde temos um aumento de umidade do solo de novembro a maio com valor em torno de 20,2%. Esse comportamento ocorre nas diferentes profundidades, sendo que a umidade na parcela A sempre esteve muito superior ao da parcela B, sendo que esta última apresentou comportamento constante em torno de 5% para as profundidades de superfície e 1,0m. Na profundidade de 2,5m ocorreu uma falha no equipamento sendo registrados somente os meses de maio a novembro de todo o ciclo mensal.

Esse comportamento na parcela A de diminuição e aumento da umidade do solo deve-se ao período menos chuvoso e ao período chuvoso, respectivamente, e o fato da umidade do solo ser sempre maior na parcela A, é devido essa parcela está sob condições normais de tempo, principalmente de precipitação. Na parcela B o comportamento constante deve-se ao fato dessa parcela encontra-se em estresse hídrico.

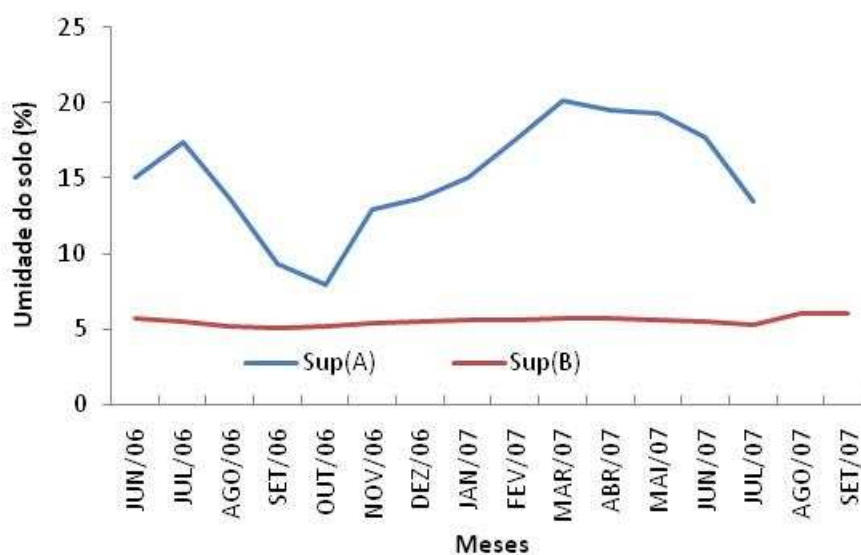


Fig. 07- Umidade do solo na superfície nas parcelas A e B.

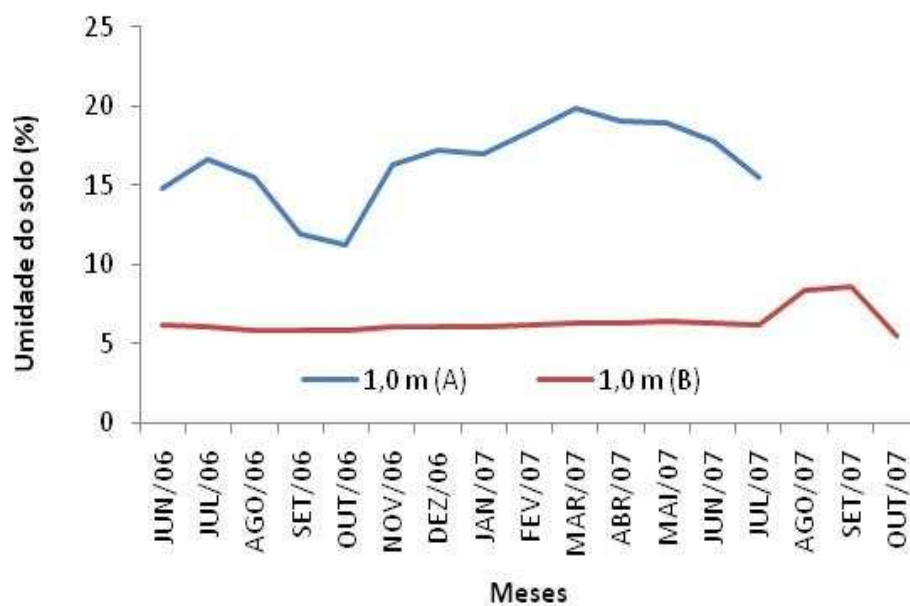


Fig. 08 – Umidade do solo a 1,0 metros nas parcelas A e B.

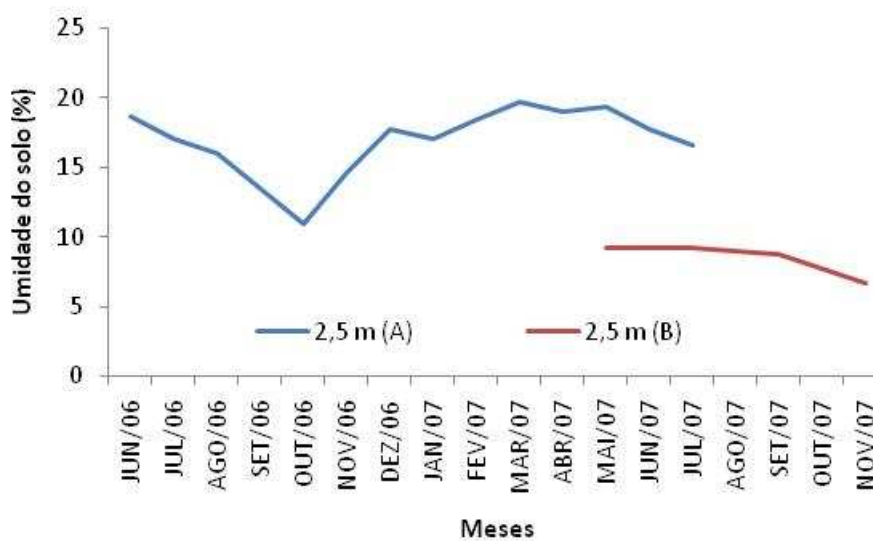


Fig. 09 – Umidade do solo a 2,5 m nas parcelas A e B.

## 4.2 TEMPERATURA DO SOLO

Nas Figuras 10 e 11 temos ilustrado a temperatura do solo em três níveis nas parcelas A e B, respectivamente, onde se percebe que nos três níveis nos meses de maio a setembro na parcela A, a temperatura do solo permanece constante com um valor médio de 24,6°C e esse comportamento deve-se ao fato dessa parcela não variar muito durante todo o ano, tendo uma variação a partir do mês de outubro mas logo volta a decrescer. Na parcela B a variação é maior, com um valor médio de 26,1°C, pelo motivo dessa parcela utilizar toda a energia para aquecimento e pelo fato da umidade ser muito baixa devido à exclusão da precipitação.

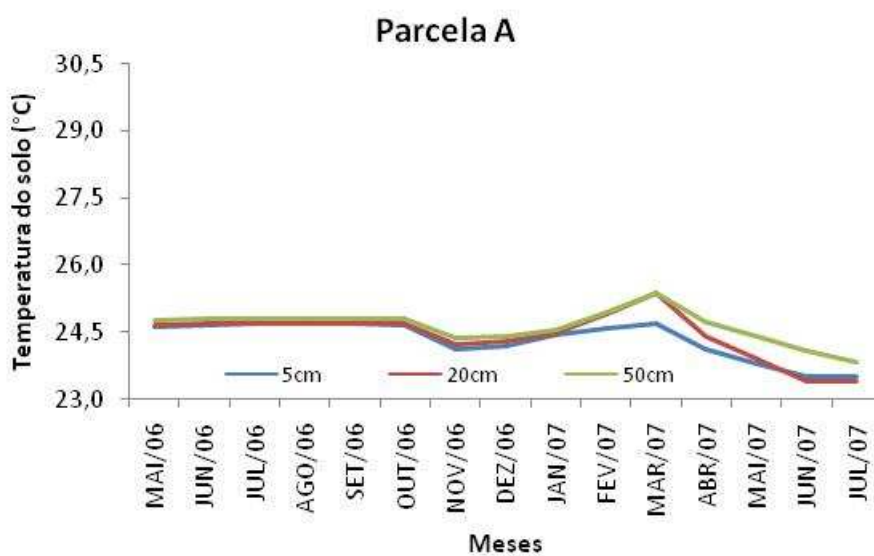


Fig.10 – Temperatura do solo em três níveis na parcela A.

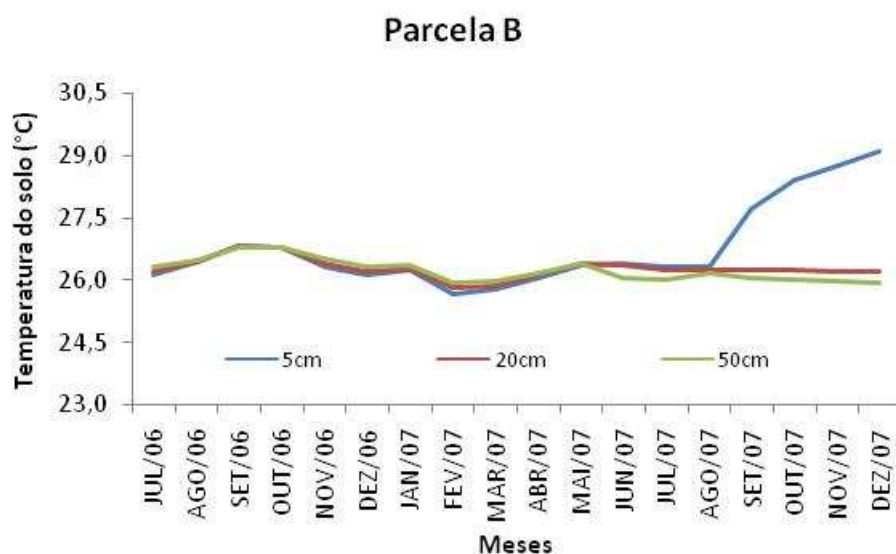


Fig.11 – Temperatura do solo em três níveis na parcela B.

Nas Figuras 12, 13 e 14, temos a ilustração da temperatura do solo comparando as parcelas A e B nos níveis de 5, 20 e 50 cm, respectivamente, notando-se que a variação da temperatura do solo nos níveis de 5, 20 e 50 cm nas parcelas A e B têm praticamente o mesmo comportamento, apresentando um valor médio de 24,6°C (A) e 26,1°C (B), porém a temperatura nos três níveis na parcela B é sempre maior, devido essa parcela encontrar-se em estresse hídrico, com a redução drástica de umidade, a temperatura do solo conseqüentemente é alta e também pelo fato de toda energia que chega nessa parcela ser utilizada para aquecimento (calor sensível).

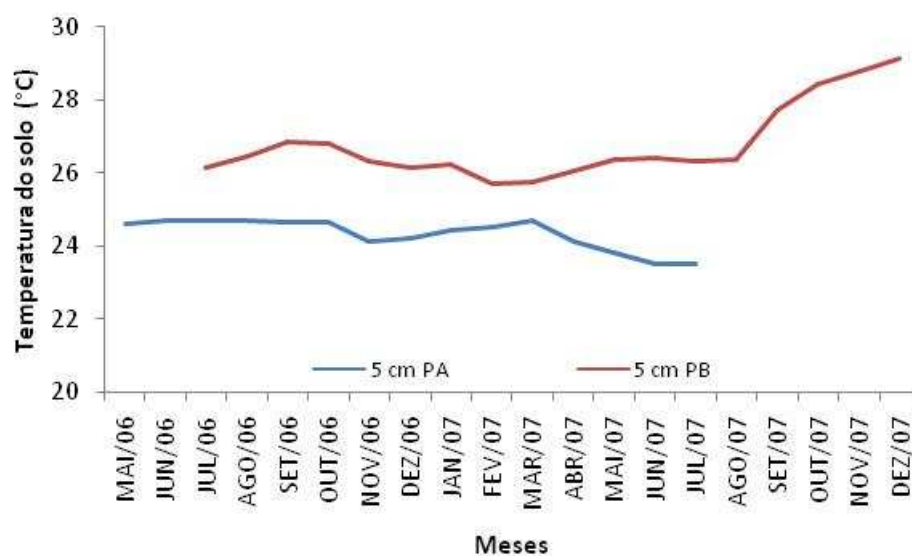


Fig.12 – Temperatura do solo em 5 cm, nas parcelas A e B.

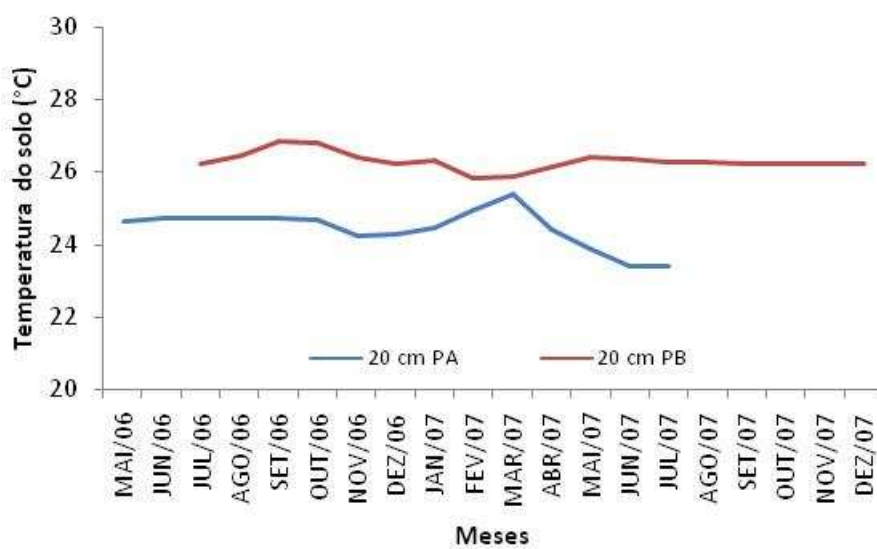


Fig.13 – Temperatura do solo em 20 cm, nas parcelas A e B.

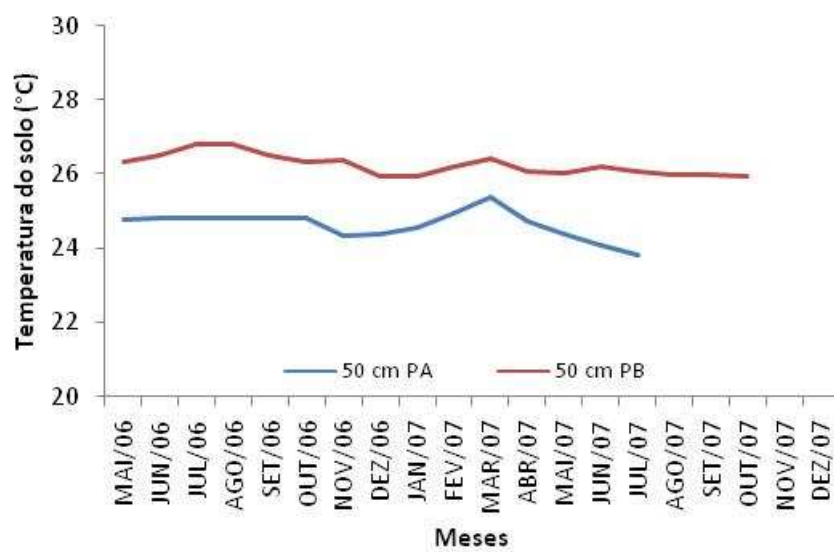


Fig.14 – Temperatura do solo em 50 cm, nas parcelas A e B.

### 4.3 Dados Diários

Na Figura 15, temos a umidade do solo na superfície, utilizando dados diários. Na parcela A, nota-se uma grande sazonalidade nos ciclos mensais de umidade do solo. No período chuvoso a umidade do solo fica entre 15 e 24%, já no período menos chuvoso essa sazonalidade diminui, ficando entre 6 e 10%. A parcela B se manteve constante em todo ciclo mensal, justamente pela falta de água nessa parcela.

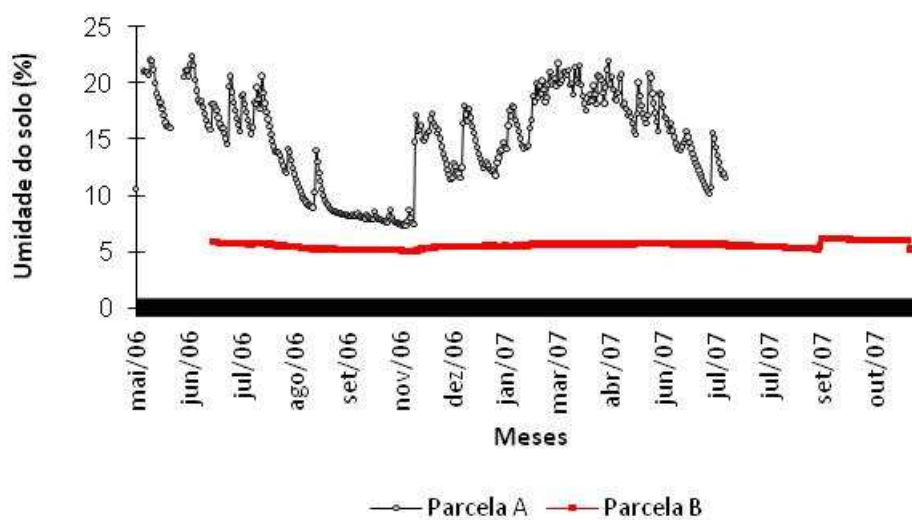


Fig.15 – Umidade do solo na superfície nas parcelas A e B.

Na Figura 16, temos a temperatura do solo em 5cm, nas parcelas A e B, mostrando a variação diária. Nas duas parcela a temperatura do solo não teve grande variação, porém a temperatura do solo na parcela B, foi bem maior que na parcela A, com valor médio de 26,1°C, enquanto que na parcela A esse valor foi de 24,7°C. A maior variação na parcela B, deve-se ao fato dessa parcela se encontrar em estresse hídrico.

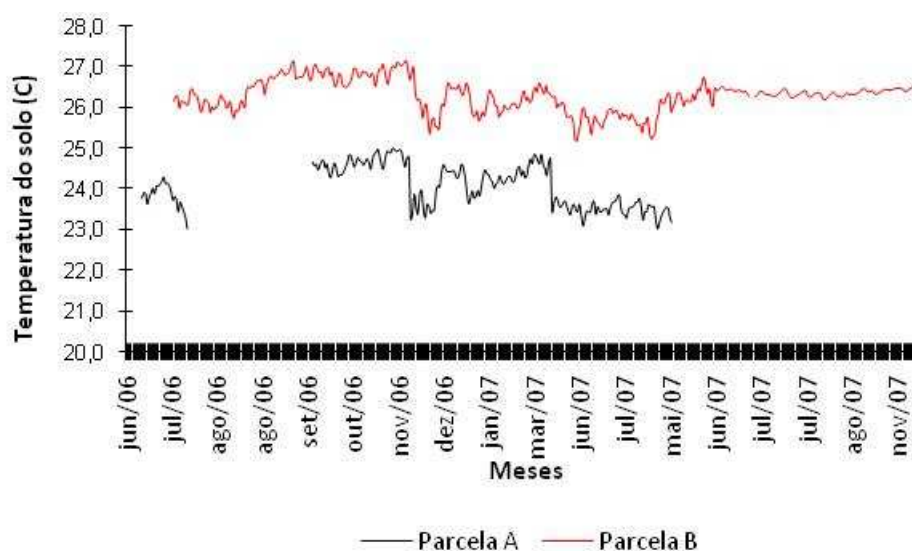


Fig.16 – Temperatura do solo em 5cm nas parcelas A e B.



## 5 CONCLUSÕES

Nesse trabalho analisou o comportamento da temperatura e umidade do solo em diferentes profundidades, no sítio experimental do projeto ESECAFLORE.

Em termos de umidade do solo foi possível observar que a parcela A apresentou maior variação, quando comparada com a parcela B, em razão dessa parcela está sob condições normais de tempo, principalmente de precipitação. Como a parcela B se encontra em estresse hídrico, a umidade do solo se manteve constante nos três níveis estudados.

A temperatura do solo na parcela A não teve grande variação durante o ano, em relação a parcela B, embora tenha também mantido o mesmo padrão, apresentou valores sempre maiores que na parcela B, pois grande parte da energia que chega é utilizada como calor sensível, para seu aquecimento, uma vez que essa parcela está com estresse hídrico.

Com a exclusão de água na floresta, todos os processos físicos, químicos e biológicos são afetados, ocasionando alterações na produção de seiva, no fluxo de gases do solo, como o CO<sub>2</sub>, nas atividades microbiológicas, dentre outras. Portanto, a falta de água na floresta poderá influir diretamente no seu ciclo de vida, não suportando essa deficiência por muito tempo.

## REFERÊNCIAS

AMAZÔNIA pode sofrer mais com o El Niño.

Disponível em: <<http://portalamazonia.globo.com/noticias.php?idN=3627>>

Acesso em: 10 nov. 2008.

ASSIS, F.N. ET AL. Anomalias Pluviométricas Associadas à Ocorrência de El Niño e de La Niña no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSOS BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba-SP: SBAGRO, 1997.

COSTA, A .C.L. Estudos Hidrometeorológicos em uma Floresta Tropical Chuvosa na Amazônia – Projeto ESECAFLO. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, p. 283-290, 2006.

ESECAFLO, Estudo da seca na floresta, 2008.

Disponível em:<<http://br.geocities.com/esecaflo/>> Acesso em: 02 dez. 2008.

ESECAFLO, 2008.

Disponível em:<<http://br.geocities.com/esecaflo/localizacao.html>> Acesso em: 02 dez.2008.

FERREIRA DA COSTA, R. et al. **Projeto LBA/ESECAFLO em Caxiuanã: Características, Atividades e Resultados.**

Disponível em: <[http://www.museu-goeldi.br/semicax/CCTE\\_005.pdf](http://www.museu-goeldi.br/semicax/CCTE_005.pdf)>

Acesso em: 10 nov. 2008.

GALVANI, E.; PEREIRA, A. R. El Niño-Oscilação Sul(ENOS), Quantificação e Classificação da Intensidade do Fenômeno. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba-SP: SBAGRO, 1997.

INPE/CPTEC. **Climanálise**, v.. 11-12, n. 1-12, 1996 e 1997.

LISBOA, P.L.B. et al. Florística e Estrutura dos Ambientes. In: LISBOA, P.L.B. (Org)., Caxiuanã. Belém: **Museu Paraense Emílio Goeldi**, p. 163-193, 1997.

MARTORANO, L.G. Variabilidade da Precipitação Pluviométrica em Belém-Pará Associada ao Fenômeno EL NIÑO, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

METEOROLOGIA, 10.,1992, São Paulo, CONGRESSO DA FLISMET, 8., 1992, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo-SP: CBMET, 1992.

MEIR, P. et al. Drought-sensitivity in the E. Amazon, II\_ISC\_LBA. In: INTERNACIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE OF LARGE SCALE BIOSPHERE ATMOSPHERE EXPERIMENT IN AMAZÔNIA(LBA), 2., Manaus-AM, 2002. **Annals...** Manaus, AM: LBA, 2002.

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

Disponível em:< <http://www.museu-goeldi.br/pesquisa/caxiuana/index.htm>> Acesso em: 02 dez. 2008.

OLIVEIRA, M.C.F. Variabilidade Interanual da Precipitação Associada ao Fenômeno de El Niño em Belém-Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., 1994. Belo Horizonte-MG, **Anais...** Belo Horizonte-MG, CBMET, 1994.

PREVEDELLO,C.L. **Temperatura do Solo**

Disponível em: <<http://members.tripod.com/estudonline/temperat.htm>>  
Acesso em 09 jul. 2008.

PROJETO ESECAFLOR, Estuda da seca na floresta 2008.

Disponível em:<<http://br.geocities.com/esecafior/fotos.html>> Acesso em: 02 dez. 2008.

RUIVO, M.L.P. et al. **Influência do Stress Hídrico na Biodiversidade do Solo: Projeto ESECAFLOR Caxiuanã.**

Disponível em:

<[http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/biosiversidadeSolo/pdf/resumos/Painel3\\_RuivoM.pdf](http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/biosiversidadeSolo/pdf/resumos/Painel3_RuivoM.pdf)> Acesso em : 10 nov. 2008.

RUIVO, M.L.P. et al. Propriedades do Solo e Fluxo de CO<sub>2</sub> em Caxiuanã, Pará: Experimento LBA-ESECAFLOR. In: KLEIN, E.L. et al. **Contribuição à Geologia da Amazônia.** v.3, SBG – Núcleo Norte, p. 291-299. 2002.

SOTTA, E.D. et al. Landscape and climate controls on spatial and temporal variation in soil CO<sub>2</sub> efflux in an eastern Amazonian Rainforest, Caxiuanã, Brasil.

**Forest Ecology and Management**, n.237, p.57- 64. 2006

SOTTA, E.D. et al. Effects of an induced drought on soil CO<sub>2</sub> efflux in an Eastern Amazonian Rainforest, Brasil. **Global Change Biology**, 2007

KOUSKY, V.E. et al. A review of the Southern Oscillation: Oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus**, 36A. p. 490-504, 1984