



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE METEOROLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SIRLENE DE LIMA CASTRO

**ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL E VERTICAL DA
TEMPERATURA DO AR E UM ESTUDO DE CASO DA UMIDADE
RELATIVA DO AR NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUNÃ-PA**

275

BELÉM – PARÁ
DEZEMBRO – 2009

SIRLENE DE LIMA CASTRO

**ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL E VERTICAL DA
TEMPERATURA DO AR E UM ESTUDO DE CASO DA UMIDADE
RELATIVA DO AR NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUNÃ-PA**

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

Orientador: Profº. José Henrique Cattanio.

Belém – PA

Dezembro-200

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

C355e Castro, Sirlene de Lima

Estudo da variabilidade espacial e vertical da temperatura do ar e um estudo de caso da umidade relativa do ar na floresta nacional de Caxiunã-Pa / Sirlene de Lima Castro; Orientador: José Henrique Cattanio – 2010

66 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Faculdade de Meteorologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Quarto Período de 2009.

1. Temperatura do ar. 2. Umidade relativa. 3. Topografia. 4. Sazonalidade. 5. Caxiuanã (Pa). I. Universidade Federal do Pará. II. Cattanio, José Henrique, *orient.* III. Título.

CDD 20º ed.: 551.523098115

SIRLENE DE LIMA CASTRO

**ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL E VERTICAL DA TEMPERATURA DO AR
E UM ESTUDO DE CASO DA UMIDADE RELATIVA DO AR NA FLORESTA
NACIONAL DE CAXIUNÃ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Meteorologia.

Aprovado em ____/____/____.

Banca examinadora:

Prof^o. José Henrique Cattanio – Orientador
Doutor / Universidade Federal do Pará

Prof^a. Maria do Carmo Felipe de Oliveira - Membro
Mestre / Universidade Federal do Pará

Prof^o. Hernani José Brazão Rodrigues – Membro
Doutor/ Universidade Federal do Pará

Dedico esta obra a meus pais, Silas
Castro e Maria José.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado vida e saúde para concluir esta trajetória e por ter sido meu fiel companheiro.

Aos meus pais, Silas e Maria, pelo seu grande apoio, por suas orações em meu favor e aos meus irmãos Simara, Simery, Samira, Sara, Marcio e Malryvam pela contribuição de diversas formas.

Aos os meus tios em especial a minha tia Talita Castro, por serem grandes incentivadores da minha vida acadêmica, e ao meu namorado João Reis por estar sempre pronto a me ajudar nos momentos de dificuldades.

Ao Profº Dr. José Henrique Cattanio, pela orientação indispensável na realização deste trabalho e pela amizade constituída.

Ao projeto PPBio na pessoa de MSc. Rommel Silva pela coleta e disponibilização dos dados de precipitação e ao projeto Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Pará, na pessoa do Profº Dr. Everaldo B. de Souza pela disponibilização do local para elaboração deste e de muitos outros trabalho, agradeço também a todos os professores do curso de Meteorologia, que de alguma forma contribuíram para a minha formação acadêmica através dos ensinamentos ministrados.

A turma de meteorologia do ano de 2006, em especial aos meus grandes amigos Andréia Campos, Angélica Oliveira, fies companheiras nestes quatro anos de estudo, e Dayse Suellem, Fabrício Martins, Marcela Pompeu, Pedro Pereira, e Wesley pelas ótimas companhias e pela amizade a mim atribuída.

*" Louvai ao Senhor toda as nações; louvai-o, todos os povos.
Porque a sua benignidade é grande para conosco, e a verdade
do senhor é para sempre, louvai ao Senhor!".*
Salmos 117

RESUMO

A floresta amazônica tem sido foco de muitos estudos devido sua grande biodiversidade e pela sua contribuição para o clima regional e global, desta forma é importante conhecer o comportamento das variáveis meteorológicas no interior da floresta. Este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento do ar no interior da floresta Nacional de Caxiuanã, observando o comportamento dos elementos meteorológicos com relação à variação topográfica e à variação da altura de dossel, através de coletas contínuas de dados durante um período na estação chuvosa e seca do ano de 2009. Os resultados encontrados mostram que a temperatura possui uma amplitude térmica diária e sazonal baixa, sendo que no período chuvoso (março e abril) a amplitude diária é menor que no período seco (setembro e outubro). Concluímos que a temperatura não possui uma tendência de variação com relação à variação topográfica em ambas as estações do ano. Em relação à altura do dossel, a temperatura aumenta à medida que nos elevamos na atmosfera. Porém quando se estudou um evento de precipitação num mês muito seco (outubro), observou-se que as temperaturas nos períodos das manhãs se comportam de forma contrária no período da tarde, caracterizando um fenômeno chamado de inversão térmica. A umidade relativa parece acompanhar os fenômenos de temperatura.

Palavras-chave: Temperatura do ar. Umidade relativa. Topografia. Sazonalidade. Caxiuanã(Pa)

ABSTRACT

The Amazonian forest has been focus of many studies due the great biodiversity and for the regional and global climate contribution, in such a way it is important to know the behavior of the meteorological variables in the forest. This work has as objective to study the behavior of the temperature and the relative moisture in the National Forest of Caxiuanã, observing the relation to topographical variation and canopy height, through the continuous data collection during a period in the rain and dry season. The found results, show that the temperature possesses have daily thermal amplitude and seasonal decrease, being that in the rainy period the daily amplitude is minor in comparison to the dry period. The conclusion is that the temperature does not possess a trend of variation with regard to the differences in topography, in both the stations of the year, and that with regard to the canopy height, the temperature diminishes to the measure that rises in the atmosphere. However when it studied a precipitation event in one very dry month, a phenomenon called thermal inversion was observed that the temperature in the periods of the mornings to hold off form opposes in the period of the afternoon, characterizing. The relative moisture seems to follow the temperature phenomenon.

Key-word: Air temperature. Relative moisture. Topography. Seasonal. Caxiuanã-Pa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -Grade do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará.	233
Figura 2 - Mapa contendo a localização da parcelas instaladas, com detalhe planoaltímetro da trilha A, dentro da área experimental do projeto PPBio-CENARIOS na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço (PA).	244
Figura 3 - Esquematização dos locais onde foram coletadas as amostras em um perfil de declividade, indo do platô em direção do igarapé, em Caxiuanã (PA).	255
Figura 4 - Esquema da posição dos instrumentos, acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, dentro da área estudada.	266
Figura 5 - Precipitação mensal acumulada para os meses de janeiro a outubro de 2009 no “plote” do PPBio, em Caxiuanã.....	277
Figura 6 - Precipitação diária e acumulada para os meses de março e abril de 2009, na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	288
Figura 7 - Precipitação diária e acumulada para os meses de setembro e outubro de 2009, na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	299
Figura 8 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de março (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sombra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	311
Figura 9 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de março (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sombra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	333
Figura 10 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de abril (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sombra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	355

Figura 11 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de abril (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	377
Figura 12 - Variação da temperatura média durante o mês de março (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	399
Figura 13 - Variação da Temperatura média durante o meses de abril (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	411
Figura 14 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de setembro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	433
Figura 15 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de setembro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	466
Figura 16 - Variação da temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de outubro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	488
Figura 17 - Variação da temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de outubro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	511

Figura 18 - Variação da Temperatura média durante o meses de setembro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	533
Figura 19 - Variação da Temperatura média durante o mês de outubro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	555
Figura 20 - Variação da temperatura média durante um período no mes de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	577
Figura 21 - Variação da temperatura média durante um período no mês de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	599
Figura 22 - Variação da umidade relativa média durante um período no mês de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	611
Figura 23 - Variação da umidade relativa (%) média durante um período no mes de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.	633

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	144
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	166
3	MATERIAIS E MÉTODOS	233
3.1	REGIÃO DE ESTUDO	233
3.2	METODOLOGIA	244
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	277
4.1	ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO	277
4.2	ANÁLISES DA TEMPERATURA NOS MESES CHUVOSOS:	30
4.2.1	Análise da temperatura para o mês de março para a topografia baixa (baixio)	30
4.2.2	Análise da temperatura para o mês de março para a topografia alta (platô)	32
4.2.3	Análise da temperatura para o mês de abril para a topografia baixa (baixio)	34
4.2.4	Análise da temperatura para o mês de abril para a topografia alta (platô)	36
4.2.5	Análise da temperatura para o mês de março comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô)	38
4.2.6	Análise da temperatura para o mês de abril comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô)	40
4.3	ANÁLISES DA TEMPERATURA NOS MESES SECOS	42
4.3.1	Análise da temperatura para o mês de setembro para a topografia baixa (baixio)	42
4.3.2	Análise da temperatura para o mês de setembro para a topografia Alta (platô)	45
4.3.3	Análise da temperatura para o mês de outubro para a topografia baixa (baixio)	47
4.3.4	Análise da temperatura para o mês de outubro para a topografia alta (platô)	49

4.3.5	Análise da temperatura para o mês de setembro comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô).....	52
4.3.6	Análise da temperatura para o mês de outubro comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô)	54
4.4	ANÁLISE DA TEMPERATURA DO AR EM UM EVENTO DE CHUVA NA ESTAÇÃO SECA.....	56
4.4.1	Análise da temperatura em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia baixa (baixio).....	56
4.4.2	Análise da temperatura em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia alta (platô).....	58
4.5	ANÁLISE DA UMIDADE RELATIVA EM UM EVENTO DE CHUVA NA ESTAÇÃO SECA.....	60
4.5.1	Análise da umidade relativa em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia baixa (baixio).....	60
4.5.2	Análise da umidade relativa em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia alta (platô).....	62
5	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

Amazônia situa-se na região equatorial possuindo um clima equatorial tendo como característica uma temperatura média anual entre 24 °C e 26 °C; portanto, é clima quente cujos valores mais baixos encontrados nas regiões serranas e os mais elevados, ao longo do vale do rio Amazonas, chegam a ultrapassar essas médias. De maneira geral, a área é considerada de expressiva homogeneidade térmica, não apresentando grande amplitude térmica diária ou sazonal, devido à umidade atmosférica e a intensa nebulosidade serem ali muito elevadas, sendo que setembro e outubro são considerados os meses mais quentes do ano (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A parte a precipitação, a temperatura provavelmente é o elemento mais discutido do tempo atmosférico. Segundo Ayoade (2006), a temperatura do ar varia de lugar e com decorrer do tempo em uma determinada localidade, sendo vários os fatores que influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da terra. Eles incluem a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, a distância a partir dos corpos hídricos, e o relevo dentre outros. Em resumo, a temperatura do ar resulta do efeito da combinação do aquecimento do ar e do solo, cuja intensidade depende do balanço radiativo local. A umidade do ar é também um elemento de grande importância, pois ela determina a quantidade de vapor d'água contida na atmosfera, segundo Vianello e Alves (2000) o vapor d'água representa 4% do volume dos gases encontrados na atmosfera na região Amazônica. Este gás é considerado o componente atmosférico mais importante na determinação do tempo e do clima, pois uma atmosfera com o máximo de umidade do ar em uma dada temperatura, ou seja, quando o ar está saturado, existe condições propícias à precipitação.

O estudo do microclima no interior de áreas de floresta no Brasil tem sido um assunto pouco explorado pela climatologia. Inúmeros trabalhos a esse respeito têm sido realizados em todo o mundo, porém sempre enfocando as formações vegetais dos locais de origem da pesquisa, os quais nem sempre correspondem aos domínios vegetais existentes no Brasil. Estes estudos têm, dentre outros, o objetivo de estabelecer a influência das formações vegetais no clima das áreas vizinhas e as diferenças entre o clima do interior e do exterior da área vegetada. Entretanto

estudos que visem entender variabilidade espacial (vertical e horizontal) dentro de floresta primária na Amazônia ainda são extremamente escassos.

Pouco se sabe a este respeito e neste sentido, são poucos os conhecimentos dos padrões de variabilidade espacial do microclima dentro de floresta primária tropical. Esta variabilidade espacial leva em consideração fatores tais como topografia, proximidade de massas de água, altura de dossel, ocorrência de clareiras, dentre outros, os quais são importantes na adequação microclimática.

Também os fatores relacionados ao microclima constituem aportes qualitativos para a elaboração de protocolo climático, como estudos de modelagem numérica para a simulação dos principais eixos de variabilidade microclimática e investigações experimentais baseadas na instrumentação disponível (e nem sempre, suficiente). Como categorias da investigação experimental são definidas: variabilidades temporais e espaciais. Dentre estas últimas, podemos incluir as variabilidades verticais e horizontais, obedecendo à definição de estratégias experimentais iniciais, em função: i) da distância entre um curso de água e uma área de topografia mais elevada; ii) da variação em diferentes alturas entre o solo e a copa das árvores (altura do dossel).

A floresta amazônica tem sido foco de muitos estudos devido sua grande biodiversidade e pela a sua contribuição para o clima regional e global, desta forma um melhor detalhamento nas variáveis meteorológicas no interior da floresta, o qual posso propiciar um conhecimento mais detalhado do microclima no interior da floresta relacionando com variações topográficas e altura de dossel, são de grande importância para estudos de mudanças climáticas e bioclimatologia em florestas tropicais. Neste sentido o presente trabalho tem por objetivo estudar algumas das variáveis meteorológicas (temperatura e umidade) coletando informações contínuas em dois períodos sazonais (seco e chuvoso) durante o ano de 2009, a fim de propiciar o conhecimento mais detalhado do microclima no interior da floresta.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os elementos que caracterizam o clima de uma região são: temperatura, precipitação, umidade, pressão atmosférica, nebulosidade, vento, entre outros, sendo a temperatura e a precipitação os mais importantes. Conceitualmente a temperatura é uma medida da energia cinética média das moléculas ou átomos individuais. Embora os conceitos de calor e temperatura sejam distintos, eles são relacionados. A temperatura de uma parcela de ar pode mudar quando o ar ganha ou perde calor, mas isto não é sempre necessário, pois pode haver também mudança de fase da água contida no ar ou mudança de volume da parcela de ar, associada com o ganho ou perda de calor. Por outro lado, gradientes de temperatura determinam o fluxo de calor de um lugar para outro através de radiação, condução e convecção

A temperatura do ar é variável, no tempo e no espaço. Pode ser regulada por vários fatores, que são os controles da temperatura: a) radiação, b) advecção de massas de ar, c) aquecimento diferencial da terra e da água, d) correntes oceânicas, e) altitude, f) posição geográfica. O ciclo diurno da temperatura reflete a variação da radiação ao longo do dia. Tipicamente, a menor temperatura ocorre próximo ao nascer do sol, como resultado de uma noite de resfriamento radiativo da superfície da Terra. A temperatura mais alta ocorre usualmente no começo ou meio da tarde, enquanto o pico de radiação ocorre ao meio dia.

A defasagem entre temperatura e radiação resulta principalmente do processo de aquecimento da atmosfera. O ar absorve pouca radiação solar, sendo aquecido principalmente por energia provinda da superfície da Terra. A taxa com a qual a terra fornece energia à atmosfera, contudo, não está em balanço com a taxa com a qual a atmosfera irradia calor. Geralmente, durante umas poucas horas após o período de máxima radiação solar, o calor fornecido pela Terra à atmosfera é maior que o emitido pela atmosfera para o espaço. Em conseqüência, geralmente a temperatura do ar é máxima a tarde.

A amplitude do ciclo diurno pode ser afetada por vários fatores. (1) Amplitude de variação da altura do sol durante o dia, que é maior em latitudes baixas que em altas. De fato, nos trópicos a diferença de temperatura entre dia e noite é freqüentemente maior que o contraste inverno-verão. (2) A nebulosidade diminui a amplitude da variação porque durante o dia as nuvens bloqueiam a radiação solar, reduzindo o aquecimento e à noite as nuvens retardam a perda de radiação pela superfície e o ar e reirradia calor para a Terra. (3) Localidades costeiras podem ter menores variações de temperatura durante o dia. Durante 24 horas o oceano se aquece tipicamente menos que 1 °C. Portanto, o ar acima dele também tem pequena variação e localidades a sotavento do oceano apresentam menor amplitude do ciclo diurno.

Quando o ar é aquecido, o espaçamento entre moléculas aumenta e a densidade diminui, acarretando queda de pressão, pois para volumes iguais o ar quente é mais leve que o ar frio. A maior presença de vapor d'água no ar diminui a densidade do ar porque o peso molecular da água (18,016 kg/mol) é menor que o peso molecular médio do ar (28,97 kg/mol). Portanto, em iguais temperaturas e volumes, uma massa de ar mais úmida exerce menos pressão que uma massa de ar mais seca. Mudanças na pressão podem dever-se à advecção de massa de ar ou à modificação de massa de ar. A modificação de uma massa de ar (mudanças na temperatura e/ou concentração de vapor d'água) pode ocorrer quando a massa de ar se desloca sobre diferentes superfícies (neve, solo aquecido, oceano, etc.) ou por modificação local, se a massa é estacionária.

Segundo (AYOADE, 2006) a distância dos corpos hídricos influencia a temperatura do ar por causa das diferenças básicas nas características térmicas das superfícies continentais e hídricas sendo que o relevo tem um papel atenuador sobre a temperatura, principalmente porque a temperatura do ar normalmente diminui com a altura numa taxa de 0,6 °C por 100 m. Em áreas de topografia e inclinação variadas, o aspecto e o grau de exposição das localidades são fatores importantes que influenciam a temperatura

Com uma concentração praticamente nula nas regiões desérticas e nos extremos polares, até 4% em volume nas regiões tropicais quente e úmida, o vapor

d'água é um dos mais importantes constituintes atmosféricos, pois exerce papel de destaque no balanço de energia próximo à superfície do solo (VIANELLO; ALVES, 2000). Ainda de acordo com o mesmo autor a presença de vapor d'água é absolutamente indispensável para toda a espécie de vida na terra sendo o elemento decisivo no ciclo hidrológico, sendo responsável pela transferência de água da superfície para a atmosfera, por retornar sob a forma líquida como chuva, atuando como absorvedor de radiação infravermelha, reemitindo-a a sua temperatura. Com isso, desempenha um papel de um agente termorregulador, impedindo que a camada de ar junto ao solo ou abaixo de vegetação densa se esfrie em demasia durante a noite.

A umidade relativa é certamente o termo mais conhecido para representar a presença de vapor no ar, sendo que Mendonça e Oliveira (2007) conceitua a umidade relativa como uma relação de proporção relativa entre o vapor existente no ar e o ponto de saturação do mesmo. Em outro termo, ela mostra em porcentagem o quanto de vapor está presente no ar em relação à quantidade máxima possível de vapor que nele poderia haver, sob a temperatura em que se encontra.

Mendonça e Oliveira (op.cit.) afirmam que a vegetação desempenha um papel regulador extremamente importante da umidade e da temperatura. Tomando se as áreas florestadas como exemplo, observa-se que suas temperaturas são inferiores às das áreas vizinhas com outro tipo de cobertura como campo, por exemplo, uma vez que as copas, os troncos e os galhos das árvores atuam como barreira à radiação solar direta, diminuindo a disponibilidade de energia para aquecer o ar.

Diferenças climáticas são refletidas na fisiologia de florestas, tanto temperadas como tropicais, sendo que ciclos de crescimento de florestas tropicais estão mais associados com a precipitação (LECHOWICZ 1995; REICH 1995). Conseqüentemente, pesquisas sobre a fisiologia de árvores tropicais com relação ao clima concentraram-se freqüentemente em relação à água (FETCHER et al. 1994; MULKEY et al. 1996).

Cunningham e Read (2002) estudando a influencia da temperatura em algumas espécies de árvores em dois ambiente de floresta sendo um de floresta temperada e outro de floresta tropical na Austrália, observaram que a fotossíntese

líquida máxima, ou seja, maior capacidade das espécies em realizar fotossíntese, se dá em temperaturas inferiores a temperaturas do ano mais quente do estudo. Os mesmos autores observaram também que as espécies de floresta tropical se adaptam melhor a elevação das temperaturas em relação a média climatológica do que em floresta temperadas. Entretanto quando em temperaturas inferiores, abaixo do ideal, existe uma redução na fotossíntese líquida máxima nas espécies tropicais concluindo que as espécies arbóreas na região tropical tem uma estreita variação de temperatura para a fotossíntese líquida máxima.

A circulação incessante da água entre seus reservatórios oceânico, terrestre e atmosférico é chamada ciclo hidrológico. É um sistema gigantesco, alimentado com a energia do Sol, no qual a atmosfera funciona como um elo vital que une os reservatórios oceânicos e terrestres. Neste ciclo, com o calor obtido da energia solar absorvida, a água evapora dos oceanos e, em menor quantidade, dos continentes para a atmosfera, onde as nuvens se formam. Frequentemente ventos transportam o ar carregado de umidade através de grandes distâncias antes que haja formação de nuvens e precipitação. A precipitação que cai no oceano terminou seu ciclo e está pronta para recomê-lo. A água que cai sobre os continentes, contudo, ainda pode seguir várias etapas. Uma porção se infiltra no solo como água subterrânea, parte da qual deságua em lagos e rios ou diretamente no oceano.

Quando a taxa de precipitação é maior que a capacidade de absorção da terra, outra porção escorre sobre a superfície, para rios e lagos. Grande parte da água que se infiltra ou que escorre acaba evaporando. Em adição a essa evaporação do solo, rios e lagos, uma parte da água que se infiltra é absorvida por plantas que então a liberam na atmosfera através da transpiração. Medidas da evaporação direta e da transpiração são usualmente combinadas como evapotranspiração.

O processo de conversão de um líquido para gás é chamado evaporação. São necessárias 600 cal para converter 1 g de água para vapor d'água em 0 °C ou 540 cal em 100 °C. A energia absorvida pelas moléculas de água durante a evaporação é usada somente para dar-lhes o movimento necessário para escapar da superfície do líquido e tornar-se um gás. Esta energia, que é posteriormente

liberada como calor quando o vapor volta a ser líquido, é denominada calor latente de vaporização.

Umidade é o termo geral usado para descrever a presença de vapor d'água no ar. Esta presença de vapor d'água pode ser descrita quantitativamente de várias maneiras. Entre elas estão a pressão de vapor, a umidade absoluta, a razão de mistura e a umidade relativa. As moléculas de água estão em contínuo fluxo entre as fases líquidas e gasosas. Durante a evaporação, mais moléculas de água passam para a fase de vapor que retornam à fase líquida; durante a condensação, mais moléculas de água retornam à fase líquida que entram na fase de vapor. Eventualmente, um estado de equilíbrio dinâmico pode ser atingido, no qual as moléculas de água passam com a mesma taxa para a fase líquida e para a fase de vapor. Neste estado, a pressão exercida pelo vapor de água é chamada pressão de vapor de saturação.

O índice mais conhecido para descrever o conteúdo de vapor d'água é a umidade relativa (UR). Por definição, umidade relativa é a razão entre a razão de mistura real (w) e a razão de mistura de saturação (w_s):

$$UR = \frac{w}{w_s} \times 100\%$$

A UR indica quão próximo o ar está da saturação, ao invés de indicar a real quantidade de vapor d'água no ar. Como a UR é baseada na razão de mistura e na razão de mistura de saturação e a quantidade de umidade necessária para a saturação é dependente da temperatura, a UR pode variar com ambos os parâmetros.

- a) Primeiro, se vapor d'água é adicionado ou subtraído do ar, sua UR mudará, se a temperatura permanecer constante.
- b) Segundo, se o conteúdo de vapor d'água permanecer constante, um decréscimo na temperatura aumentará a UR e um aumento na temperatura causa uma diminuição na UR.

Variações da umidade relativa causadas por variações da temperatura ocorrem na natureza tipicamente por: 1) variação diurna da temperatura; 2)

movimento horizontal de massa de ar; 3) movimento vertical de ar. Em suma, a umidade relativa indica quão próximo o ar está da saturação, enquanto a razão de mistura mostra a real quantidade de vapor d'água contida no ar.

Outra grandeza importante relacionada à umidade é a temperatura de ponto de orvalho. É a temperatura a que o ar deveria ser resfriado à pressão constante para ficar saturado. O termo ponto de orvalho provém do fato de que durante a noite objetos próximos à superfície da Terra freqüentemente se resfriam abaixo da temperatura de ponto de orvalho. O ar em contato com estas superfícies também se resfria por condução até tornar-se saturado e o orvalho começar a formar-se. Quando a temperatura de ponto de orvalho está abaixo da temperatura de congelamento, o vapor d'água é depositado como geada. Quanto mais alto o ponto de orvalho, maior a concentração de vapor d'água.

Na Amazônia uma das causas do aumento na variabilidade climática são as fases extremas da Oscilação Sul conhecido como El Niño. Este fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias produzem secas de moderadas a intensas no norte e leste da Amazônia, aumentando a probabilidade de incêndios florestais, principalmente em áreas de florestas degradadas (OLIVEIRA, 1999).

Estudos realizados por Atháide et al. (2002), encontraram resultados semelhantes, sendo que o *EN* 97/98 influenciou tanto a distribuição anual da precipitação como da temperatura do ar, porém esta última foi menos afetada que a precipitação, a qual foi menor durante o evento de *EN*, tornando o período menos chuvoso e mais seco.

Outra causa de variabilidade climáticas na região amazônica é o *La Niña* (*LN*), que representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao *EN*, e que caracteriza-se por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de *LN* tendem a ser opostos aos de *EN*, mas nem sempre uma região afetada pelo *EN* apresenta impactos significativos no tempo e clima devido à *LN* (OLIVEIRA, 1999). Este

mesmo autor ainda afirmou que o Fenômeno *LN* ocasiona tendências de chuvas abundantes no norte e leste da Amazônia.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.1 REGIÃO DE ESTUDO

O Sítio Experimental deste trabalho foi a área do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), no Núcleo da Amazônia Oriental, o qual possui uma grade experimental de 25 km² (FIGURA 1) localizado dentro dos 330.000 ha da floresta Nacional de Caxiuanã (1° 42'S, 51° 31'W) (FIGURA 2). Esta área está localizada no município de Melgaço (Pará), à 400 km em linha reta da cidade de Belém.

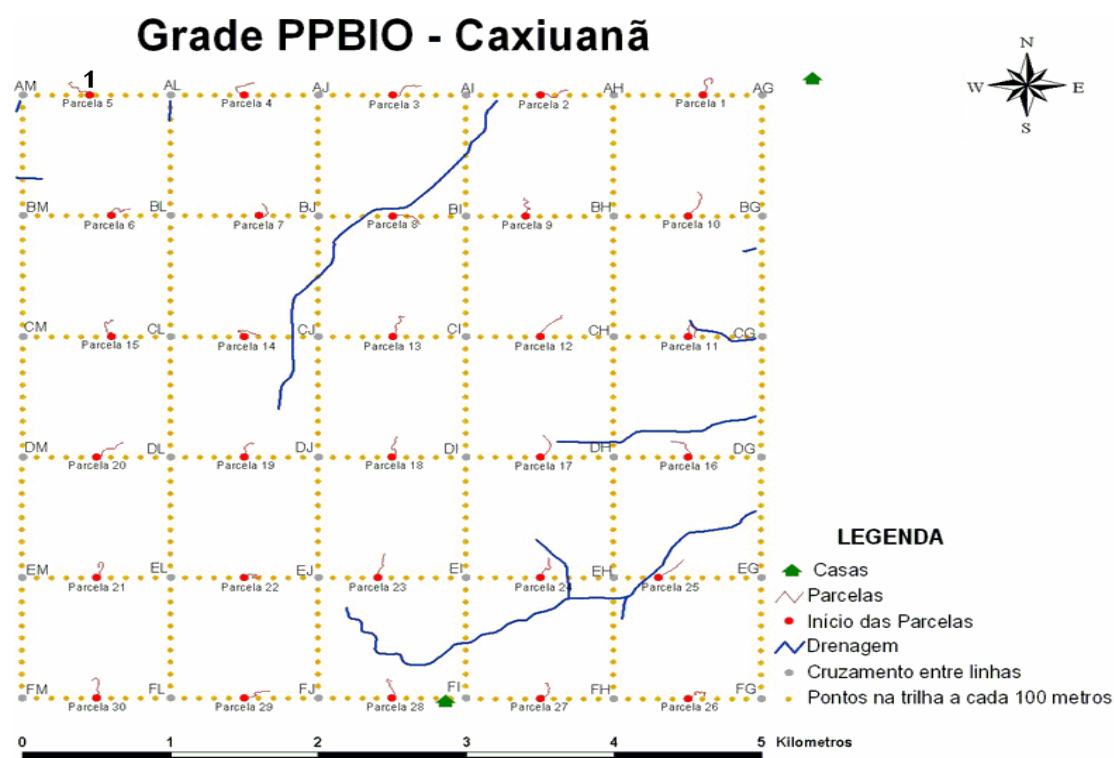


Figura 1 - Grade do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará.

O relevo é plano, levemente ondulado (FIGURA 2), ou seja, a elevação do terreno varia de 19 a 47 metros (MIRANDA-SANTOS et al., 2007). A floresta possui ecossistema de terra firme (dividida entre platôs, vales e baixios) várzea e igapó, porem 95% da área abrange ambiente de terra firme (LISBOA et al., 1997).

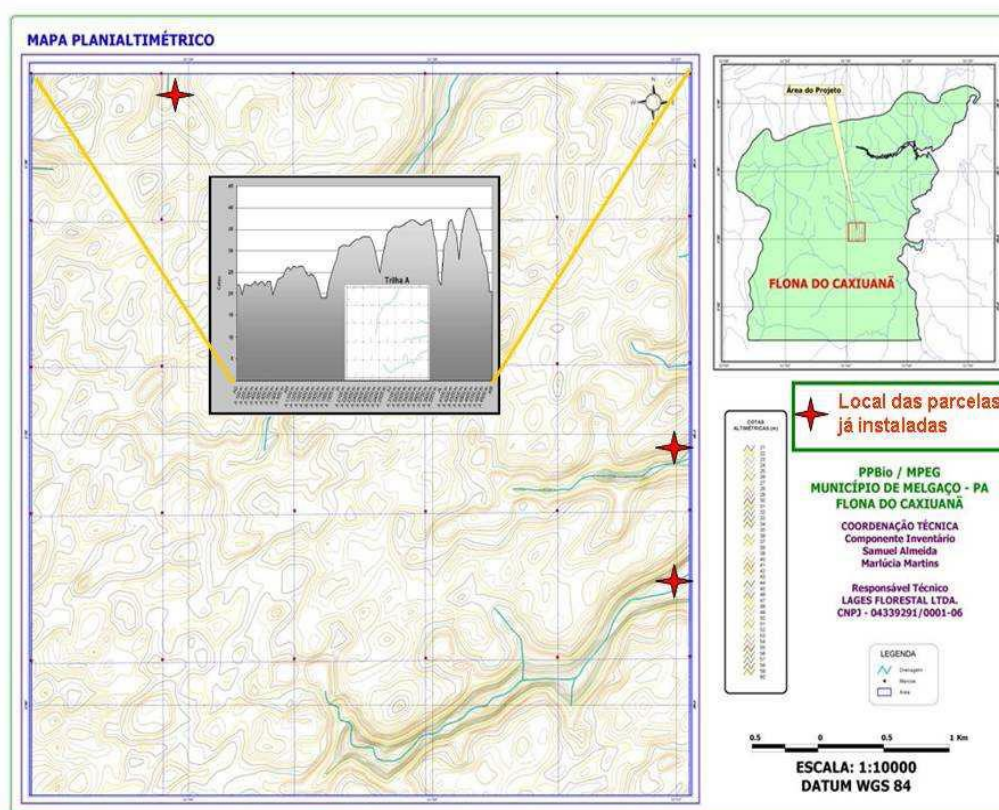


Figura 2 - Mapa contendo a localização da parcelas instaladas, com detalhe planoaltimétrico da trilha A, dentro da área experimental do projeto PPBio-CENARIOS na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço (PA).¹

O clima da região é caracterizado como tropical úmido, do tipo *Ami*, segundo a classificação de Köppen (MORAES et al.,1997). As temperaturas mais baixas ocorrem de janeiro a março, enquanto os meses mais quentes vão de outubro a dezembro, com temperatura média anual de 27° C. A umidade relativa média anual é de aproximadamente 80%.

3.2 METODOLOGIA

Em três locais previamente identificados, com características detalhadas na Figura 3, ou seja, na topografia de Platô, intermediária e no baixio, foram selecionados. As repetições localizam-se em três declives topográficos (FIGURA-3)

¹ As estrelas representam os locais onde foram realizados os experimentos.

onde foi colocado um total de 27 aparelhos de “datalogger” para coleta automática de dados de temperatura e umidade relativa em três alturas distintas.

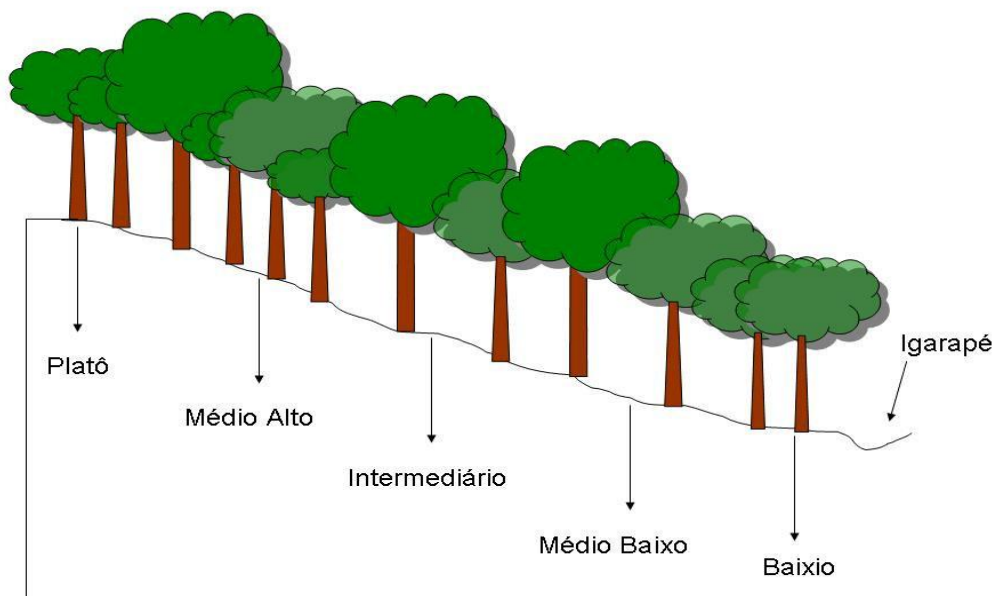


Figura 3 - Esquematização dos locais onde foram coletadas as amostras em um perfil de declividade, indo do platô em direção do igarapé, em Caxiuanã (PA).

Sensores de temperatura e umidade relativa foram colocados amarrados com fios de nylon as copas das árvores e ao nível do solo em três alturas distintas (FIGURA 4). Os “datalogger” foram colocados em três alturas distintas: 1) acima do solo, 2) abaixo das copas de árvores de sombra e 3) abaixo das copas de árvores a pleno sol. Estes “datalogger” coletam dados de temperatura e umidade relativa a cada 5 minutos. Com isto os aparelhos ficaram em três alturas distintas: imediatamente acima do solo, em uma altura de 1 m, na copa de sombra, aproximadamente a 12 m do chão e abaixo da copa de sol em torno de 22 m de altura.

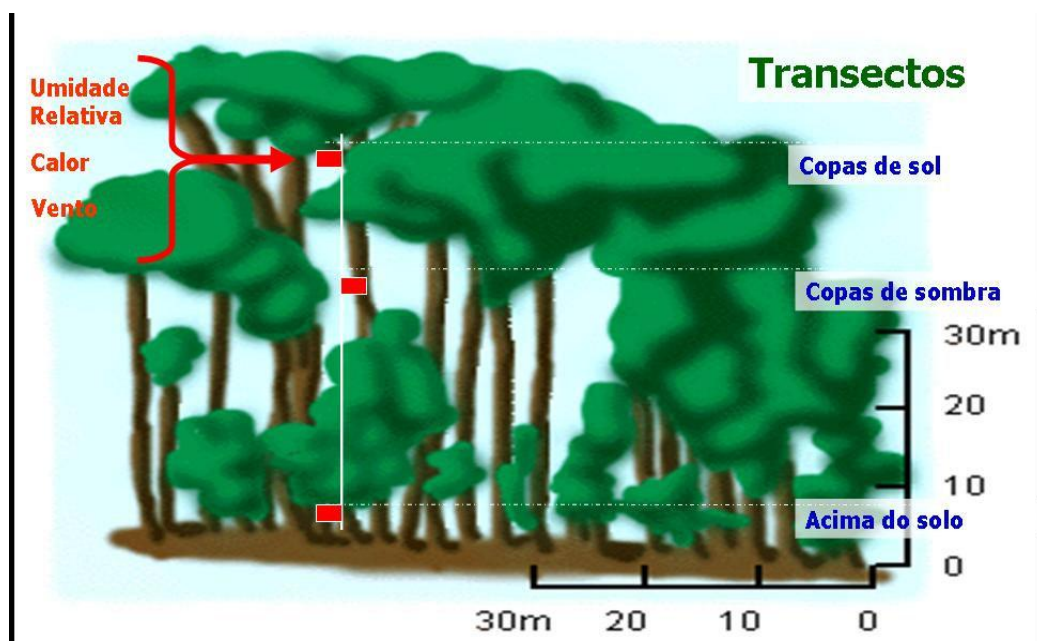


Figura 4 - Esquema da posição dos instrumentos, acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, dentro da área estudada.

A cada três meses os dados armazenados nos “datalogger” foram retirados para o computador, e analisados no programa Microsoft Excel através de mínimas médias e máximas horárias. O período de coleta, utilizados neste trabalho, foi de março a abril, dentro da estação chuvosa, e de setembro a outubro, representativo da estação seca.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO²

Para melhor analisarmos as variáveis de temperatura primeiramente foi analisada a precipitação acumulada para o ano de estudo, onde estão apresentados na Figura 5, observa-se a precipitação acumulada mensal, de janeiro a outubro de 2009. Observa-se dois períodos distintos, um período mais chuvoso que vai de janeiro a junho, com uma precipitação total de aproximadamente 2.263 mm. Do mesmo modo os dados revelam existir um período menos chuvoso³, o qual vai de julho a outubro, apresentando baixos valores de precipitação, com uma precipitação acumulada de aproximadamente 210 mm, sendo escolhidos estes dois períodos por apresentarem os dados mais completos.

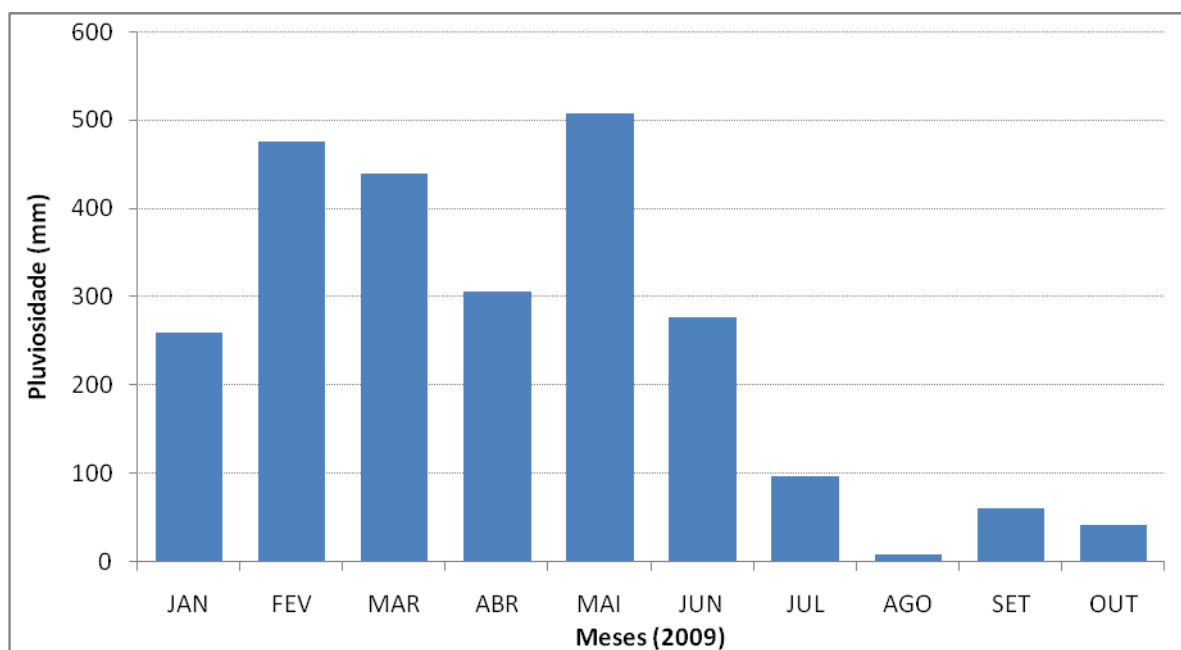


Figura 5 - Precipitação mensal acumulada para os meses de janeiro a outubro de 2009 no “plote” do PPBio, em Caxiuanã.

² Os dados de Precipitação dentro da área experimental do PPBio foram cedidos por Barreto, os quais estão parcialmente publicados em Barreto et al., 2009.

³ Os dados referentes aos meses de novembro e dezembro, para o ano de 2009, ainda não tinham sido coletados quando da elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

No período chuvoso o mês com maior precipitação foi o mês de maio, apresentando 507 mm de chuva (FIGURA 5), com 100% dos dias apresentando eventos de chuva. Entretanto, os meses utilizados neste trabalho foram os meses de março (439,1 mm de chuva) e abril (306,2 mm de chuva), onde observou-se a ocorrência de 90% e 77% dos dias com eventos de chuva, respectivamente (FIGURA 6) .

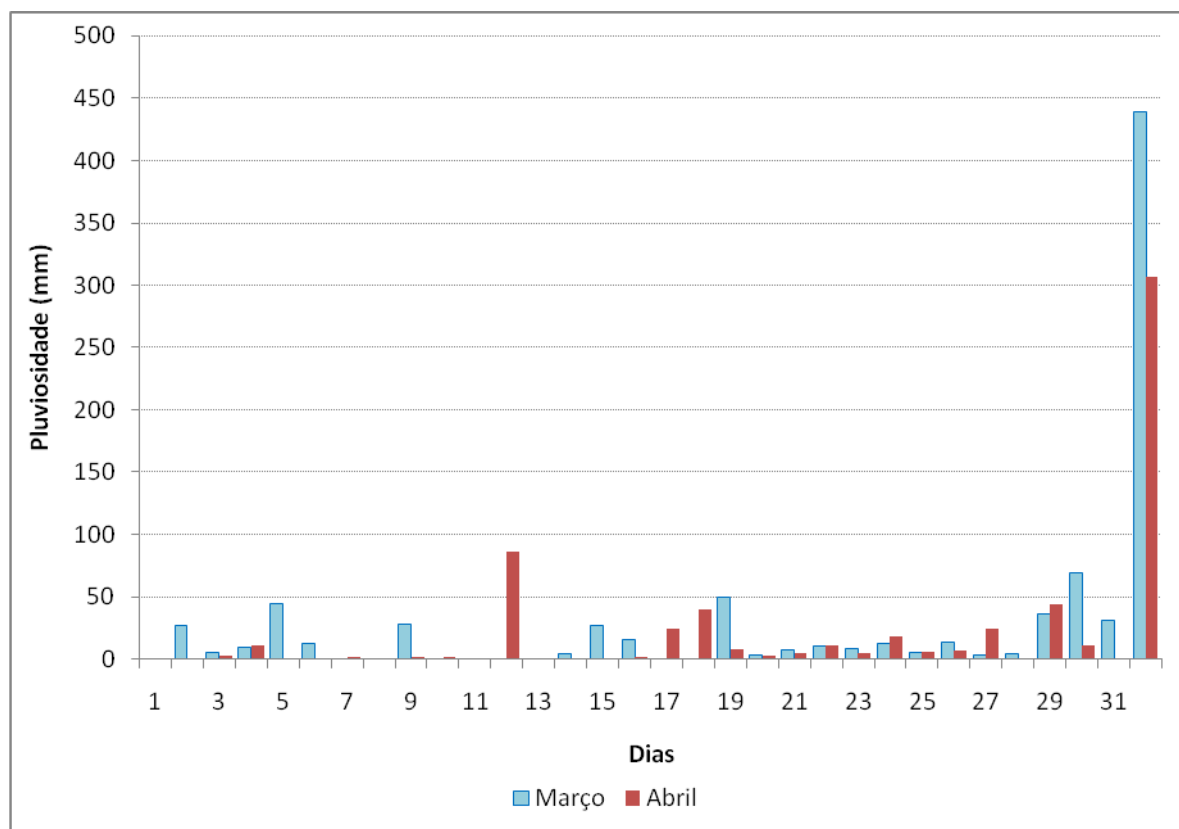


Figura 6 - Precipitação diária e acumulada para os meses de março e abril de 2009, na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

Para o ano de 2009 o mês mais seco foi o mês de agosto, o qual apresentou apenas 9 mm de chuva (FIGURA 5). Contudo, o mês com o menor número de evento de precipitação foi o mês de outubro (FIGURA 7), sendo registrado somente dois dias com precipitação, no qual o evento mais significativo choveu aproximadamente 42 mm (FIGURA 7). Para este estudo foram escolhidos os meses de setembro (61,3 mm de chuva), com 30% dos dias apresentando eventos de chuva, e outubro (41,8 mm de chuva), com 6% dos dias apresentando eventos de chuva (FIGURA 7).

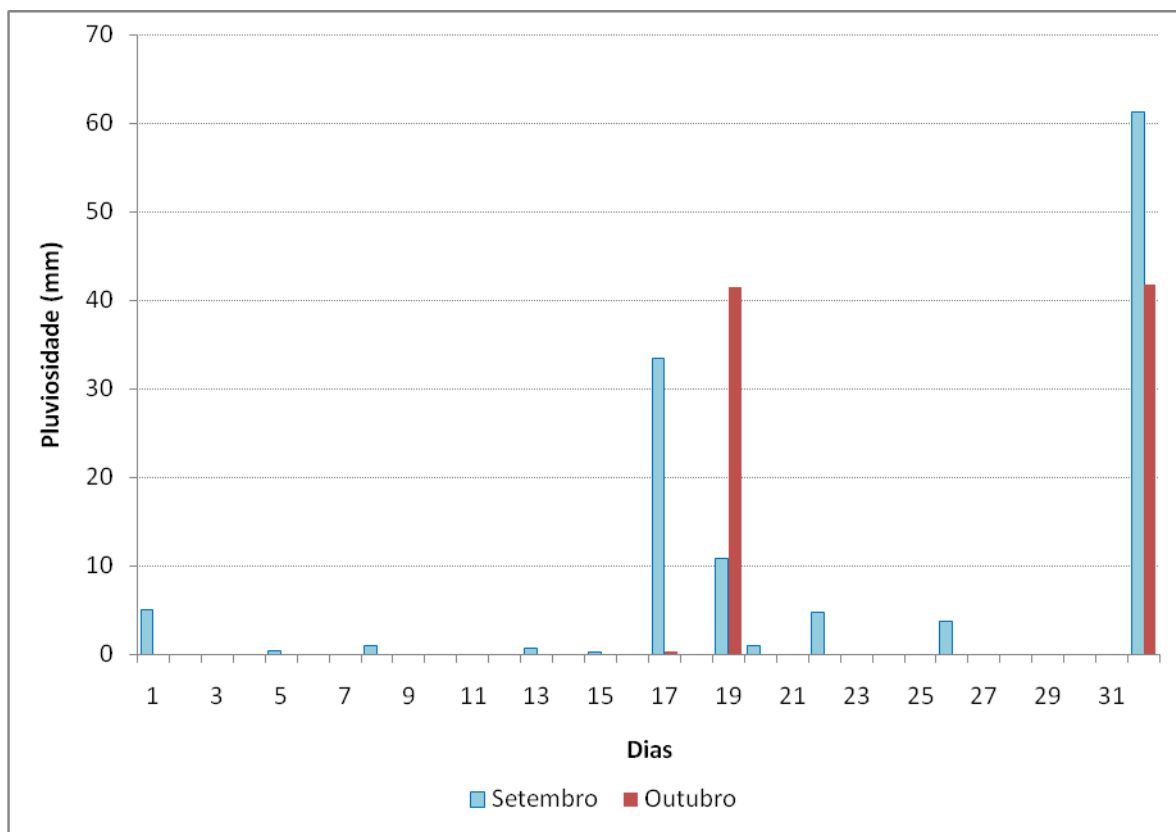


Figura 7 - Precipitação diária e acumulada para os meses de setembro e outubro de 2009, na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

É importante ressaltar que nestes dois períodos sazonais ocorreram registros de fenômenos de grande escala (INPE, 2009), que influencia na precipitação sobre a região amazônica, é o chamado ENOS, com condições de *La Liña* no período chuvoso, que influencia de forma favorável a precipitação na região de estudo, e o fenômeno *El Niño* no período seco, que contribui desfavoravelmente a precipitação. Talvez por este motivo os dados mostram uma grande variação na precipitação comparativamente entre o período chuvoso e o período mais seco, apresentando um valor total de 2.053 mm de variação entre o período chuvoso e o seco, quando analisamos até o mês de outubro de 2009.

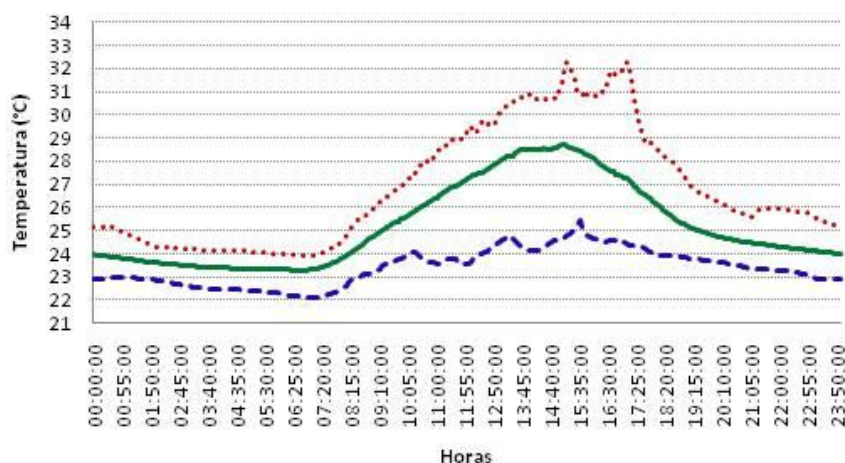
4.2 ANÁLISES DA TEMPERATURA NOS MESES CHUVOSOS:

4.2.1 Análise da temperatura para o mês de março para a topografia baixa (baixio).

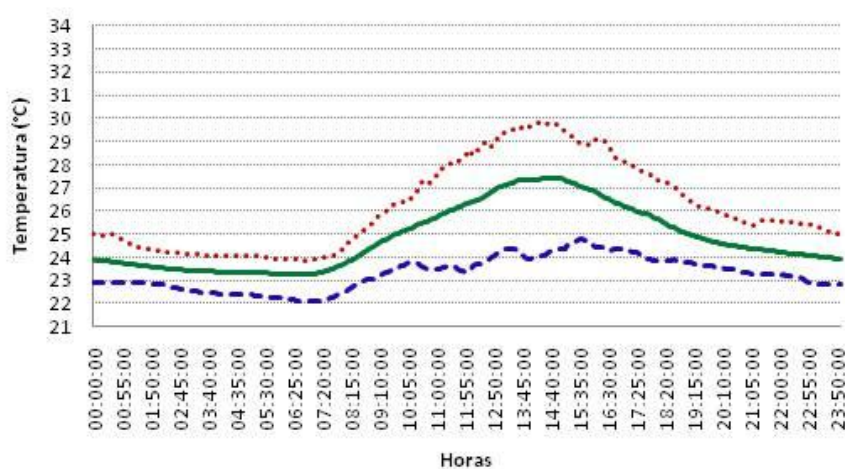
Durante o mês de março (2009), quando analisamos as temperaturas no baixio, não foi encontrado uma variação entre as alturas de dossel para as temperaturas mínimas (FIGURA 8), as quais variaram entre 21 e 23 °C para as alturas estudadas. As temperaturas mais baixas ocorreram perto das 10:30 hs, para todas as alturas de dossel estudadas.

Em relação as temperaturas máximas observou-se que estas vão de 24 °C até aproximadamente 32°C, com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 8-3). A máxima temperatura ocorreu perto das 17:00 hs, para as copas de sol, e perto das 14:00 para as copas de sombra e acima do solo.

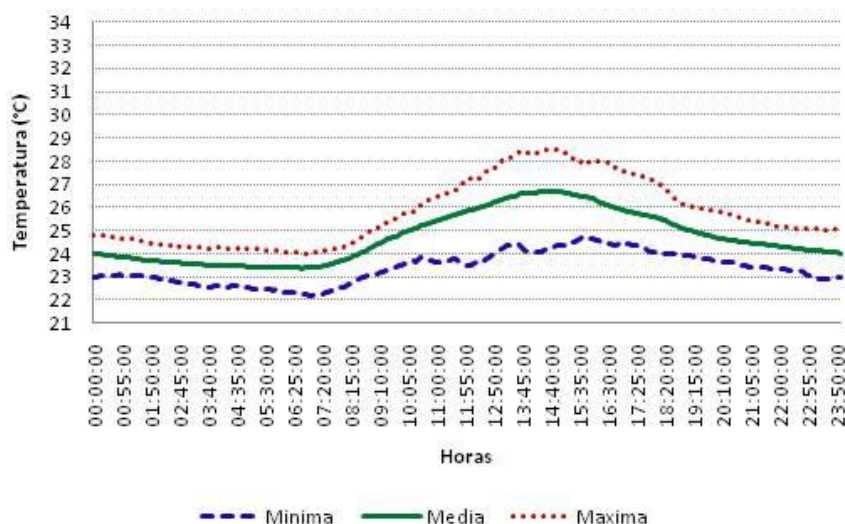
As temperaturas médias variaram de 23 e 27 °C para os sensores acima do solo e abaixo das copas de sombra (FIGURA 8-1 e 2). Entretanto os sensores colocados abaixo das copas de sol (FIGURA 8-3) apresentarão variação da temperatura média entre 23 e 29 °C, com as maiores médias entre as 14:00 e 15:00 para todas as alturas de copas. Com isto a amplitude térmica, durante o mês de março para os sensores colocados em topografia de baixo, variaram 6, 8 e 10 °C para os locais acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, respectivamente, apresentando uma amplitude média diária com valores de 4,0, 4,2 e 5,4°para as alturas citadas.



3



2



1

Figura 8 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de março (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sombra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixo), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

4.2.2 Análise da temperatura para o mês de março para a topografia alta (platô)

Durante o mês de março, quando analisamos as temperaturas no platô, não foi encontrado uma variação entre as alturas de dossel para as temperaturas mínimas (FIGURA 9), as quais variaram, aproximadamente, entre 22 e 25 °C para as alturas de dossel estudadas. As temperaturas mais baixas ocorreram perto das 06:30 hs, para todas as alturas de dossel.

Em relação às temperaturas máximas, observou-se que estas vão de 24 °C até aproximadamente 31 °C, com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 9-3). A máxima temperatura ocorreu perto das 14:00 hs, para as copas de sol (FIGURA 9-3), próximo das 16:30 para as copas de sombra (FIGURA 9-2) e 14:30 para os locais acima do solo, encontrando temperaturas de 30 e 28 °C, respectivamente (FIGURA 9-1).

As temperaturas médias variaram de 23 e 26 °C para os sensores acima do solo (FIGURA 9-1), e entre 23 °C e 28 °C abaixo das copas de sombra e copas de sol (FIGURAS 9-2 e -3). As temperaturas médias mais altas ficaram perto das 14:00 hs para todas as alturas de copas (FIGURA 9). Com isto a amplitude térmica, durante o mês de março para os sensores colocados em topografia de platô, variaram 6, 8 e 9 °C para os locais acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, respectivamente, sendo que a amplitude média diária apresentaram valores de 3,1 °C 4,6 °C e 5,5 °C para as alturas mencionadas.

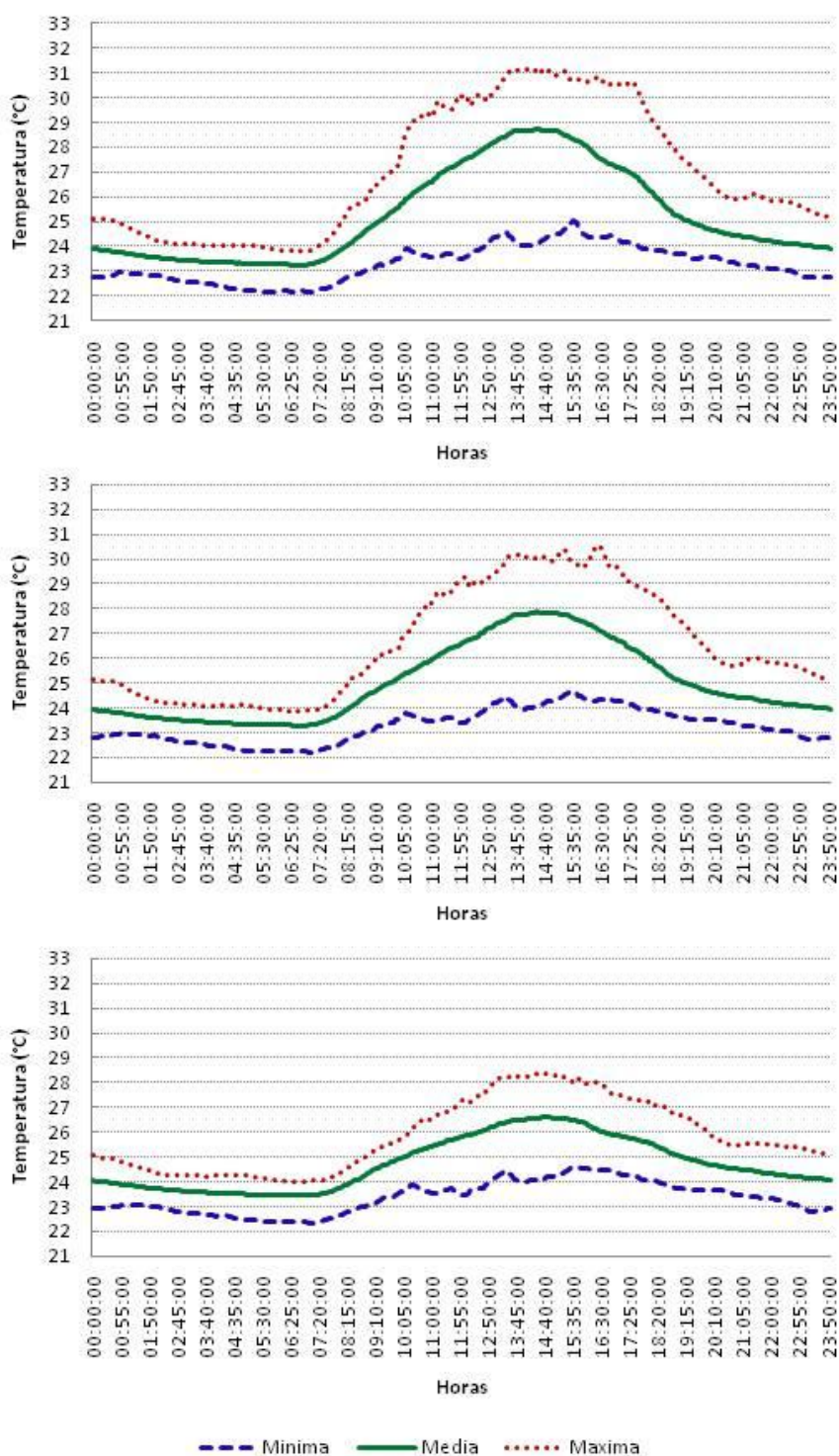


Figura 9 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de março (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sombra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

4.2.3 Análise da temperatura para o mês de abril para a topografia baixa (baixio)

Durante o mês de abril (2009), quando analisamos as temperaturas no baixio, não foi encontrado uma variação entre as alturas de dossel para as temperaturas mínimas (FIGURA 10), as quais variaram, aproximadamente, entre 21 e 24°C. As temperaturas mais baixas ocorreram perto das 10:30 hs, para todas as alturas de dossel estudadas (FIGURA 10).

Em relação às temperaturas máximas, observou-se que estas vão de 24 °C até aproximadamente 32 °C (FIGURA 10), com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 10-3). A máxima temperatura ocorreu perto das 17:00 hs, para as copas de sol, quando a temperatura chegou próximo a 32 °C (FIGURA 10-3), próximo das 15:30 hs para as copas de sombra e para os locais acima do solo, encontrando temperaturas próximas de 30 e 29 °C, respectivamente (FIGURA 10-2 e 10-1).

As temperaturas médias variaram de 23 e 27 °C para os sensores acima do solo (FIGURA 10-1), entre 23 e 28 °C abaixo das copas de sombra (FIGURA 10-2), e entre 23 e 29 °C para as copas de sol (FIGURA 10-3). As temperaturas médias mais altas ocorreram entre 14:00 e 15:00 hs para todas as alturas de copas (FIGURA 10). A amplitude térmica, durante o mês de abril para os sensores colocados em topografia de baixo, variou 8, 9 e 11 °C para os locais acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, respectivamente. A amplitude média diária tiveram valores de 2,9 3,8 e 4,9°C para as alturas citadas.

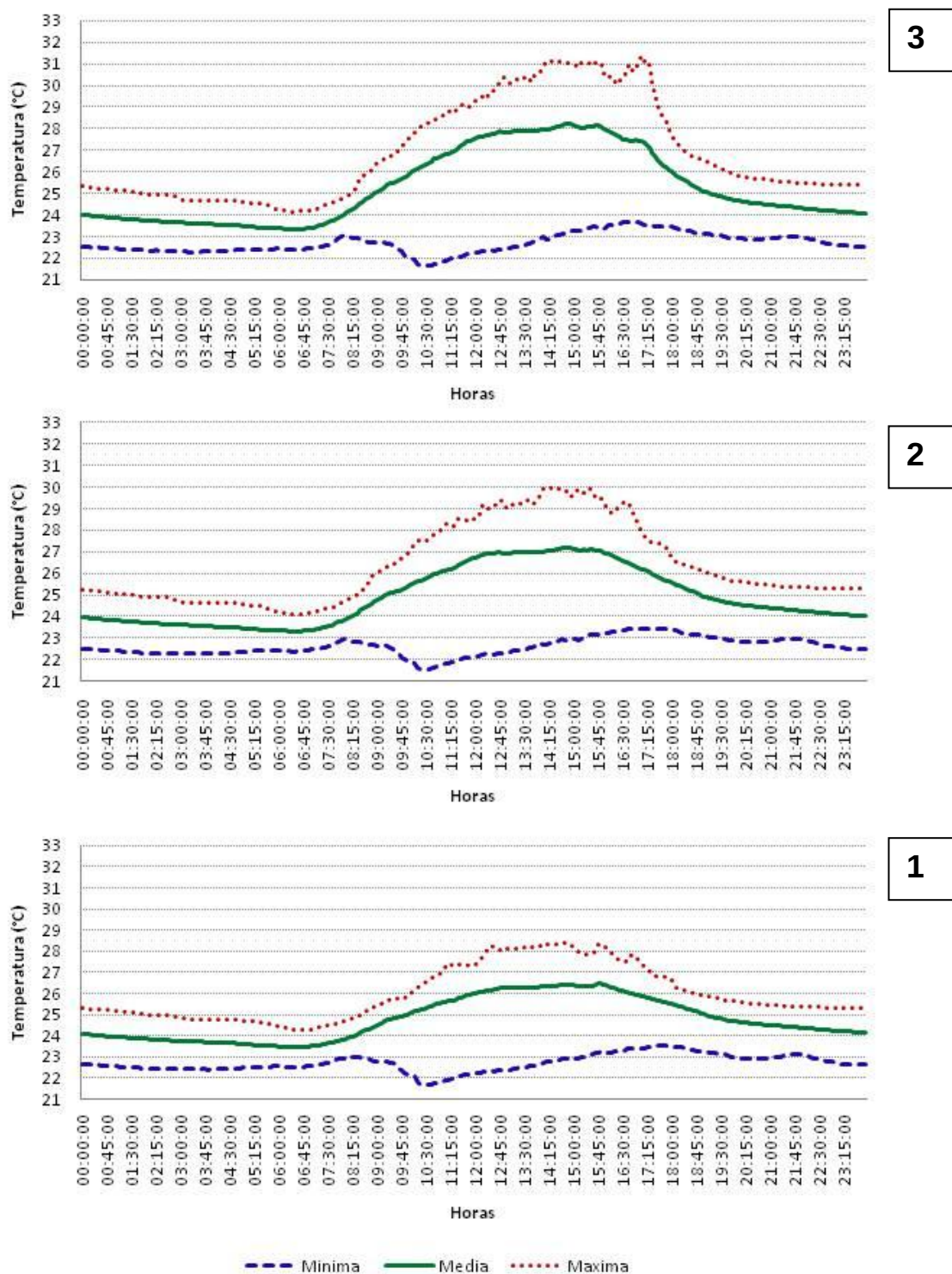


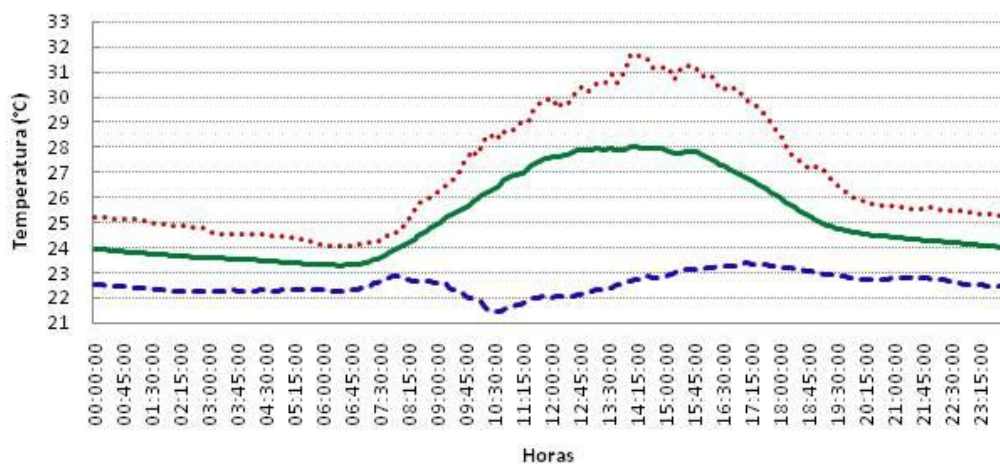
Figura 10 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de abril (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

4.2.4 Análise da temperatura para o mês de abril para a topografia alta (platô)

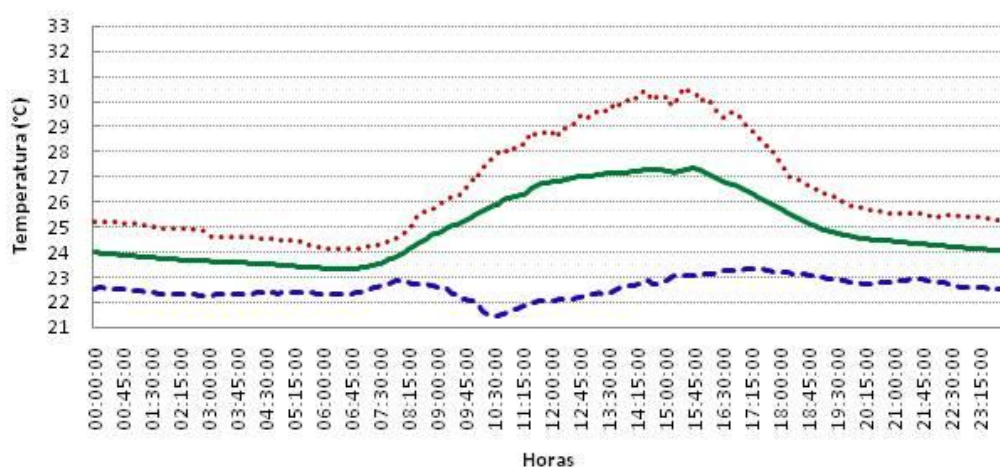
Durante o mês de abril (2009), quando analisamos as temperaturas no platô, não foi encontrado uma variação entre as alturas de dossel para as temperaturas mínimas (FIGURA 11), as quais variaram, aproximadamente, entre 21 e 24°C. As temperaturas mais baixas ocorreram perto das 10:30 hs, para todas as alturas de dossel estudadas (FIGURA 11).

Em relação às temperaturas máximas, observou-se que estas vão de 24 °C até próximo a 32 °C, com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 11-3). A máxima temperatura ocorreu às 17:00 hs, para as copas de sol, quando chegou ao valor de 31,4 °C (FIGURA 11-3), próximo das 14:00 hs para as copas de sombra e para os locais acima do solo as 14:45 hs, encontrando temperaturas próximas de 30 e 29 °C, respectivamente (FIGURAS 11-2 e 11-1).

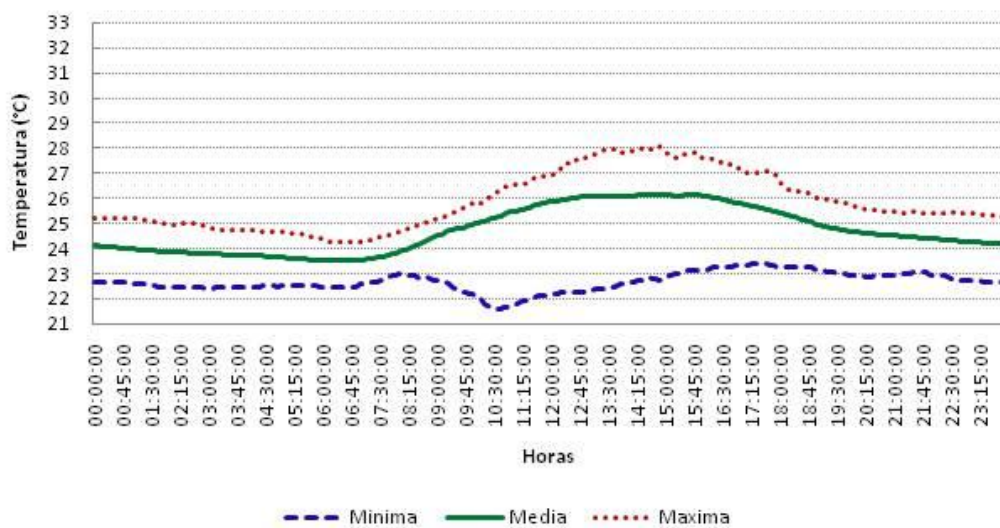
As temperaturas médias variaram de 23,5 a 26,5 °C para os sensores acima do solo (FIGURA 11-1), entre 23,3 a 27,2 °C abaixo das copas de sombra (FIGURA 11-2), e entre 23,3 a 28,2 °C para as copas de sol (FIGURA 11-3). As temperaturas médias mais altas ocorreram entre 14:00 e 15:00 hs para todas as alturas de copas (FIGURA 11). A amplitude térmica, durante o mês de abril para os sensores colocados em topografia de platô, variou 6,7, 8,4 e 9,8 °C para os locais acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, respectivamente, sendo que amplitude média diária obteve valores de 2,6 °C, 3,9°C e 4,7 °C para as alturas citadas.



3



2



1

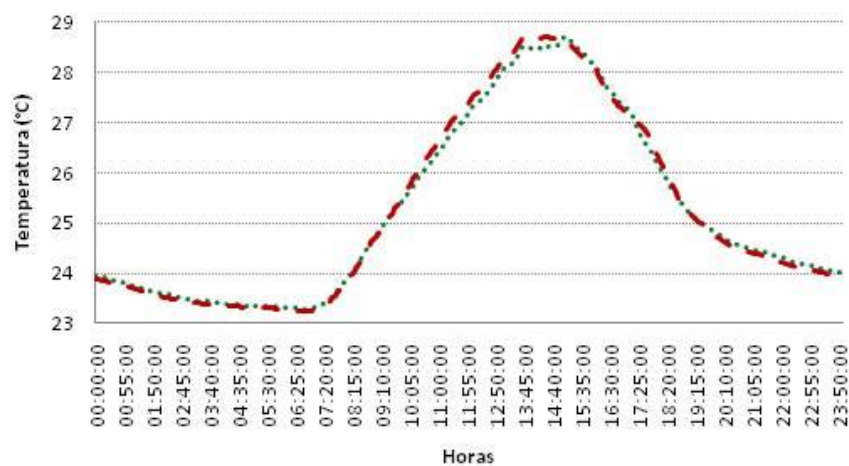
Figura 11 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de abril (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sobra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

4.2.5 Análise da temperatura para o mês de março comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô)

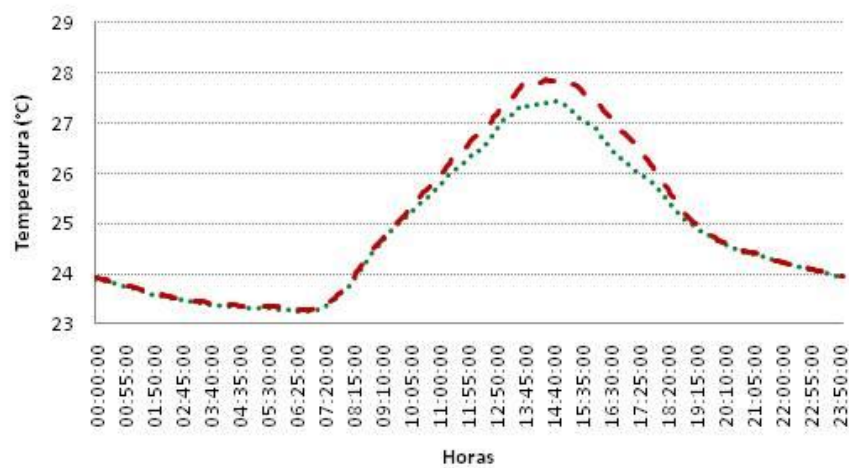
Durante o mês de março (2009), quando se faz a comparação do comportamento da temperatura média nas topografias baixa (Baixio) e alta (Platô) (FIGURA 12), observa-se que para altura acima do solo (FIGURA 12-1) não existe variação entre a temperatura do baixio e platô.

Em relação a altura abaixo da copa de sombra (FIGURA 12-2) a temperatura não tem variação até aproximadamente 11:00 hs, a partir de então tem uma pequena variação até aproximadamente 19:00 hs, neste período a temperatura na topografia de platô é maior que a da topografia de baixio, sendo essa elevação máxima no horário das 16:20 hs com uma diferença de 0,6 °C.

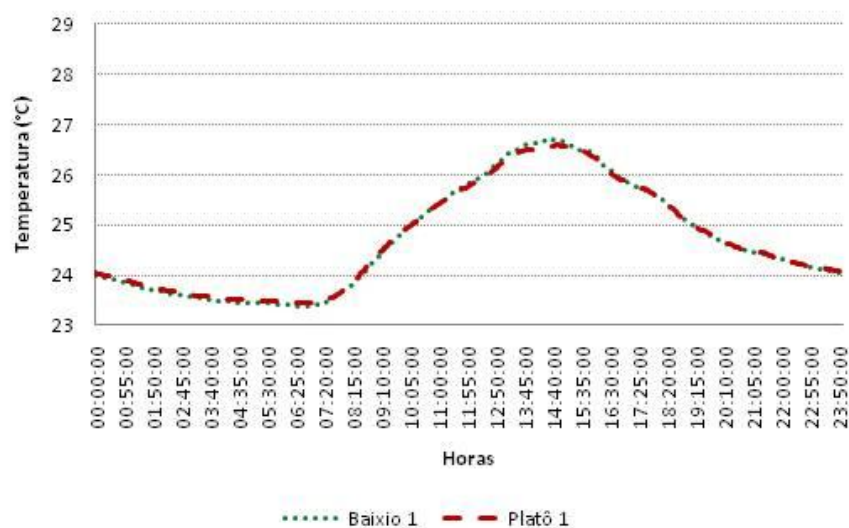
Na altura da copa de sol (FIGURA 12-3), igualmente ao observado para a primeira altura, não houve variação na temperatura com relação a topografia de baixio e platô. Comparando a altura do dossel percebe-se que as temperaturas médias foram mais altas abaixo das copas de sol, entre 28 e 29 °C, seguida das copas de sombra, entre 27 e 28 °C, e acima do solo, 26 e 27 °C (FIGURA 12). Em todas as alturas de dossel as noites foram mais quentes do que as madrugadas (FIGURA 12).



3



2



1

Figura 12 - Variação da temperatura média durante o mês de março (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sol (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

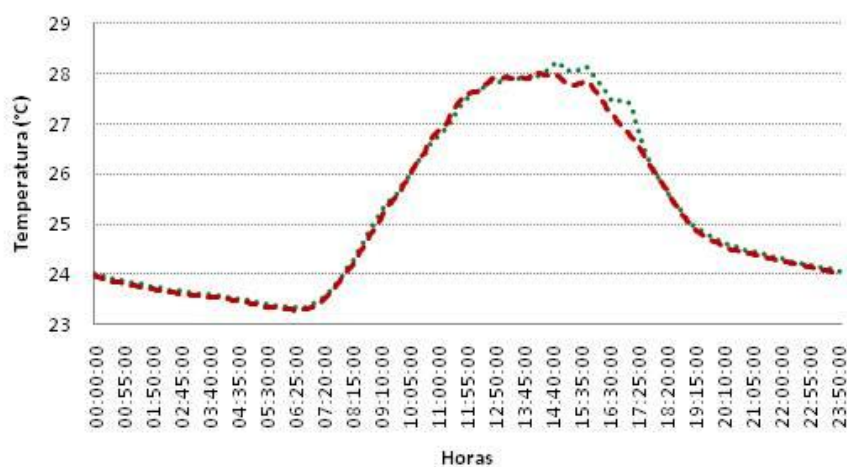
4.2.6 Análise da temperatura para o mês de abril comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô)

Durante o mês de abril (2009) quando se faz a comparação do comportamento da temperatura média nas topografias baixa e alta, observa-se que para altura acima do solo (FIGURA 13-1) não existe grandes variações entre a temperatura do baixio e platô, observa-se somente uma pequena variação onde a topografia de baixio ficou superior aproximadamente $0,2^{\circ}\text{C}$, no intervalo das 11:00 as 16:00 hs,.

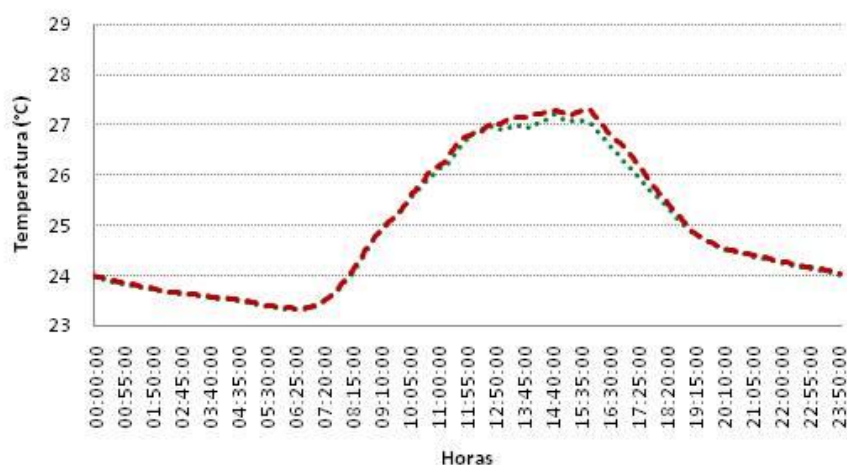
Em relação à altura abaixo da copa de sombra (FIGURA 13-2) a temperatura possui uma variação muito pequena com valor aproximado de $0,1^{\circ}\text{C}$ no intervalo das 13:00 as 18:00 hs, sendo desta vez as temperaturas mais elevada foi observada na topografia de platô.

Na altura da copa de sol (FIGURA 13-3) a temperatura nas topografias tiveram um comportamento idêntico durante quase todo o dia tendo algumas variações no intervalo de 15:00 as 18:00 hs, ficando a temperatura na topografias de baixio superior ao da topografia de platô aproximadamente $0,3^{\circ}\text{C}$.

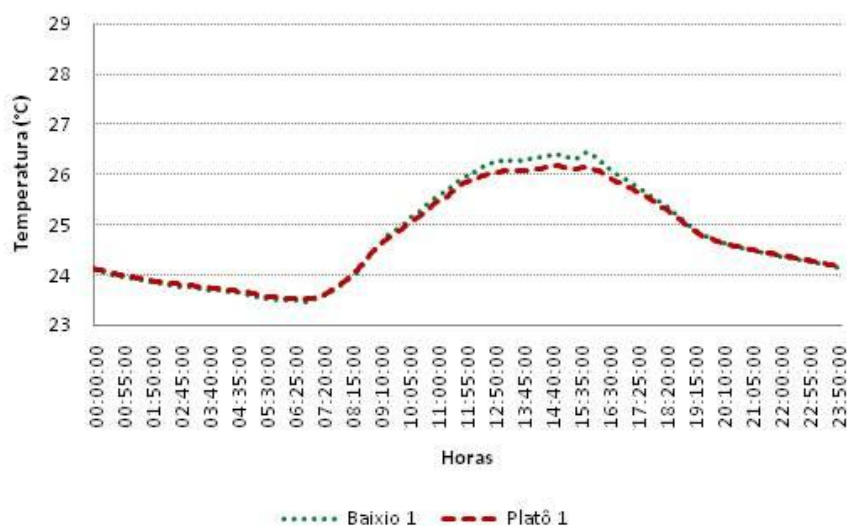
É interessante notar que tanto abaixo das copas de sombra como abaixo das copas de sol a temperatura média mais alta ficou entre 27 e 28°C (FIGURAS 13-2 e 13-3), sendo que acima do solo estas ficaram perto de 26°C (FIGURA 13-1). Assim como no mês de março, o mês de abril apresentou as noites mais quentes que as madrugadas sendo que as médias mais baixas não variaram com a altura do dossel (FIGURA 13).



3



2



1

Figura 13 - Variação da Temperatura média durante o meses de abril (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixo) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

Sabemos que tanto o mês de março como o mês de abril foram de muita precipitação no interior da floresta, ou seja, com isto espera-se que o céu esta bastante nublado. Segundo Vianello e Alves (1991) as nuvens exercem um papel importante no balanço de radiação do planeta, pois elas refletem grande parte da radiação solar, cerca de 23%, e absorvem também a radiação emitida pela terra. Com isto a presença de nuvens impede a ocorrência de grande aquecimento diário, assim como a ocorrência de grande resfriamento noturno, desta forma é possível associar a este fator a baixa amplitude térmica média diária observada nos meses chuvoso.

Contudo o fenômeno LN pode também ter influenciado nestes resultados, com a intensificação das chuvas, aumentando a umidade dentro da floresta e diminuindo a variação termica.

4.3 ANÁLISES DA TEMPERATURA NOS MESES SECOS

4.3.1 Análise da temperatura para o mês de setembro para a topografia baixa (baixio)

Durante o mês de setembro (2009), quando analisamos as temperaturas no baixio, a temperatura mínima tem um comportamento similar em todas as alturas, porém os valores vão se elevando a medida que subimos na atmosfera (FIGURA 14). A temperatura mínima variou, aproximadamente, de 22 a 28 °C próximo ao solo, de 21 a 28 °C abaixo da copa de sombra, e de 21 a 30 °C abaixo da copa de sol. Destaca-se nos gráficos de temperatura mínima (FIGURA 14) uma queda de aproximadamente 5 °C na temperatura após as 18:00 hs, sendo que as temperaturas mais baixa ocorreram no início da manhã, para todas as alturas de dossel estudadas.

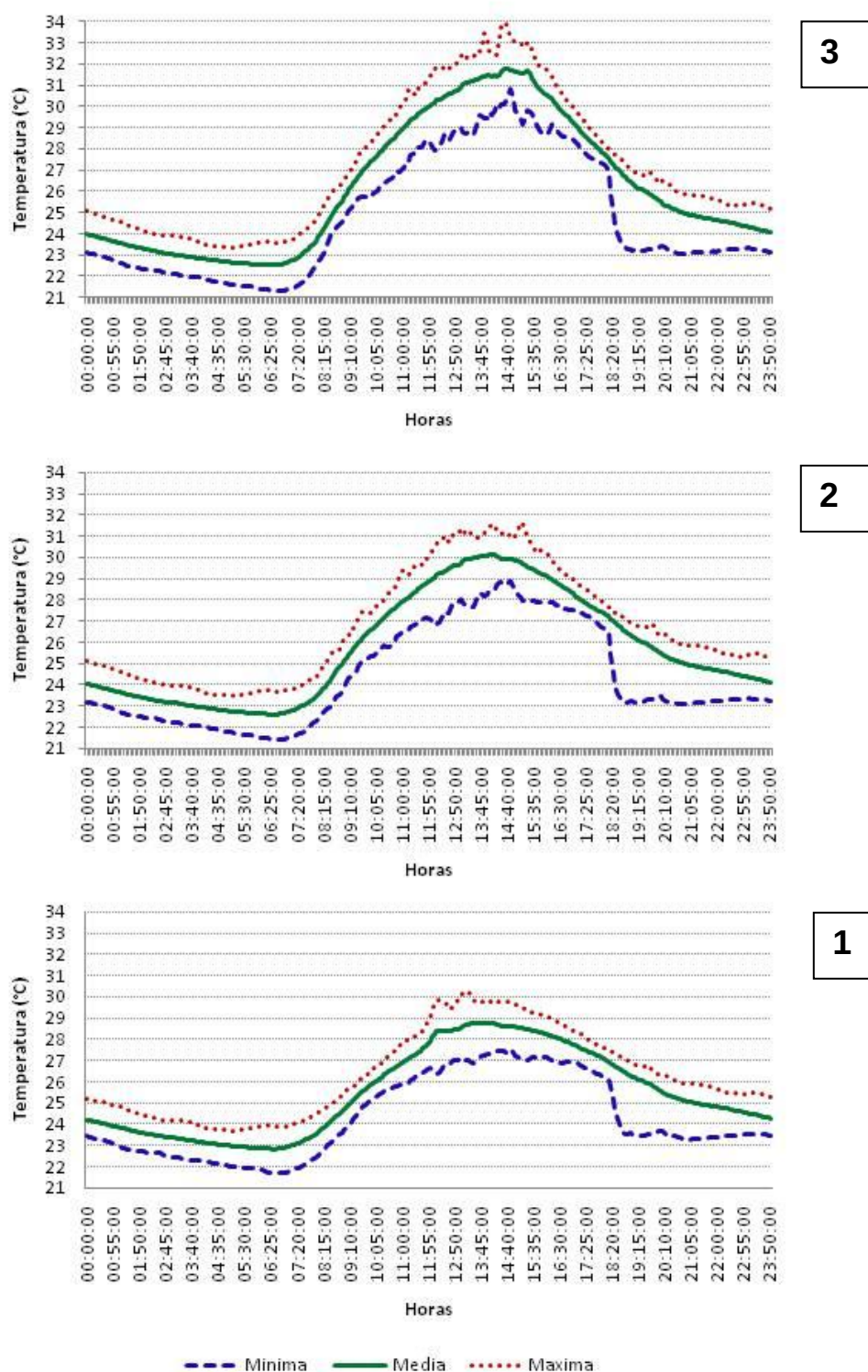


Figura 14 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de setembro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sopra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

Em relação às temperaturas máximas (FIGURA 14), observou-se que estas vão de 23,4 °C até próximo a 34 °C, com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 14-3). A máxima temperatura ocorreu às 14:35 hs, para as copas de sol, quando chegou ao valor de 33,9 °C (FIGURA 14-3), próximo das 15:10 para as copas de sombra com valor de 31,7 °C (FIGURA 14-2), e as 13:20 hs para acima do solo, com o valor de 30,2 °C (FIGURA 14-1).

As temperaturas médias variaram de 22,8 a 28,8°C para o sensor acima do solo (FIGURA 14-1), entre 22,6 a 30,1 °C abaixo da copas de sombra (FIGURA 14-2), e entre 22,5 a 31,8 °C para abaixo da copa de sol (FIGURA 14-3). As temperaturas médias mais altas ocorreram entre 13:30 e 14:30 hs para as alturas acima do solo (FIGURA 14-1), entre 13:40 e 14:45 hs , abaixo da copa de sombra (FIGURA 14-2) entre 14:30 e 15:30 hs, abaixo da copa de sol (FIGURA 14-3).

A amplitude térmica, durante o mês de setembro para os sensores colocados em topografia de baixo, variou 8,5 10,2 e 12,6 °C para os locais acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, respectivamente. Com isto e amplitude média diária tiveram valores de 5,9 °C 7,5 °C e 9,3 °C para as alturas citadas anteriormente, respectivamente.

Através da análise dos graficos (FIGURA 14) é possível observar que a temperatura tende a ficar mais alta a medida que se eleva na atmosfera (proximo ao solo até a copa de sol) no período da tarde, por isto é observado um aumento na amplitude na mesma ordem da topografia média diária.

Observou-se também que o aquecimento médio máximo da atmosfera tende a ter um retardamento a medida que subimos na atmosfera, principalmente da altura de copa d sombra para a altura de copa de sol, tendo uma diferença de aproximadamente 1 hora da altura proxima ao solo ao da altura da copa de sol,este retardamento possivelmente seja devido o aquecimento da atmosfera ser através da radiação terrestre, ou seja de baixo para cima.

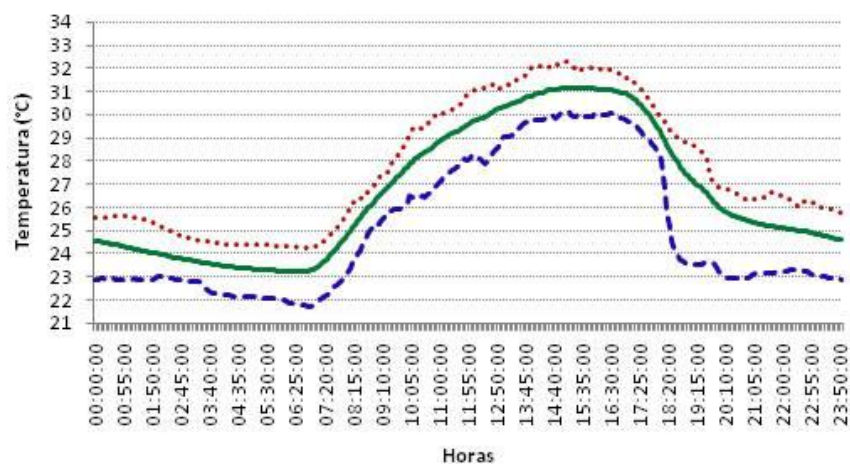
4.3.2 Análise da temperatura para o mês de setembro para a topografia Alta (platô)

Durante o mês de setembro (2009), quando analisamos as temperaturas no platô, a temperatura mínima tem um comportamento similar em todas as alturas, porém os valores vão se elevando principalmente no período da tarde à medida que subimos na atmosfera (FIGURA 15), as quais variaram, aproximadamente, de 22 a 28 °C próximo ao solo (FIGURA 15-1), de 21,6 a 29,5 °C abaixo das copas de sombra (FIGURA 15-2), e de 21,7 a 30,1 °C na copa de sol (FIGURA 15-3). Destaca-se nos gráficos de temperatura mínima assim como da topografia anterior uma queda considerável de temperatura as 18:20 hs, a temperatura mais baixa ocorreu no início da manhã, para todas as alturas de dossel estudadas.

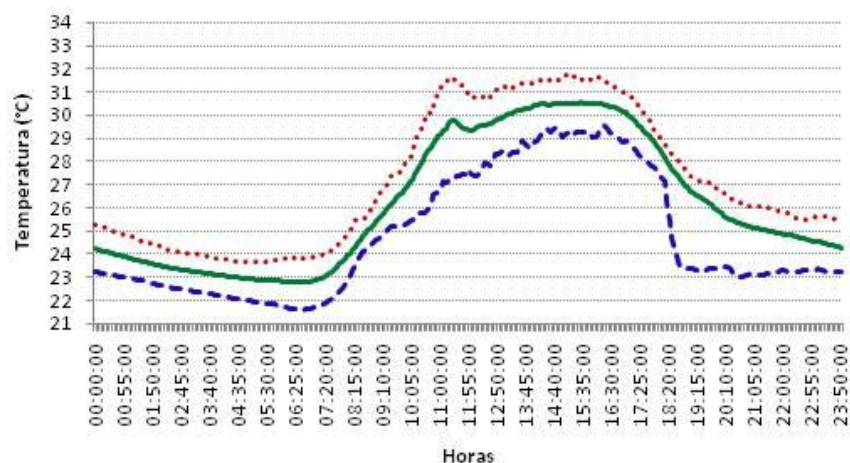
Em relação às temperaturas máximas, observou-se que estas vão de 23,8 °C até 32,3 °C, com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 15-3). A máxima temperatura ocorreu às 15:00 hs, para a copa de sol, quando chegou ao valor de 32,3 °C (FIGURA 15-3), as 15:15 hs para a copa de sombra com valor de 31,8 °C (FIGURA 15-2), e as 11:55 hs acima do solo, com o valor de 30,0 °C (FIGURA 15-1).

As temperaturas médias variaram de 23,0 a 28,5 °C para os sensores acima do solo (FIGURA 15-1), entre 22,8 a 30,5 °C abaixo das copas de sombra (FIGURA 15-2), e entre 23,2 a 31,2 °C para os sensores abaixo das copas de sol (FIGURA 15-3). As temperaturas médias mais altas ocorreram entre 13:30 e 15:30 hs para a altura próxima ao solo (FIGURA 15-1), entre 14:10 e 16:15 hs para a altura da copa de sombra (FIGURA 15-2) e entre 14:45 e 16:00 hs para a copa de sol. A amplitude térmica, durante o mês de setembro para os sensores colocados em topografia de platô, variou 8,2, 10,2 e 10,5 °C para os locais acima do solo, abaixo das copas de sombra e abaixo das copas de sol, respectivamente. Com isto a amplitude média diária teve valores de 5,5, 7,8 e 7,9 °C para as alturas citadas anteriormente, respectivamente.

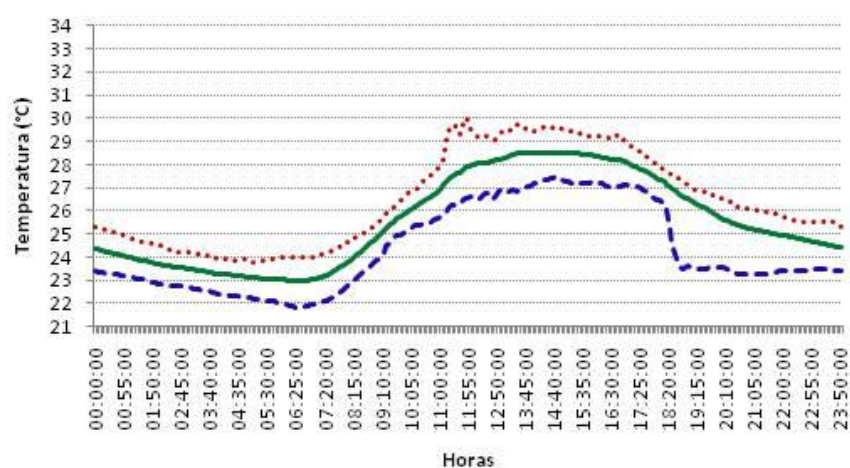
Através da análise dos gráficos é possível observar que a temperatura tende a ficar mais alta a medida que se eleva na atmosfera (próximo ao solo até a copa de



3



2



1

--- Minima — Media Maxima

Figura 15 - Variação da Temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de setembro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sobre (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

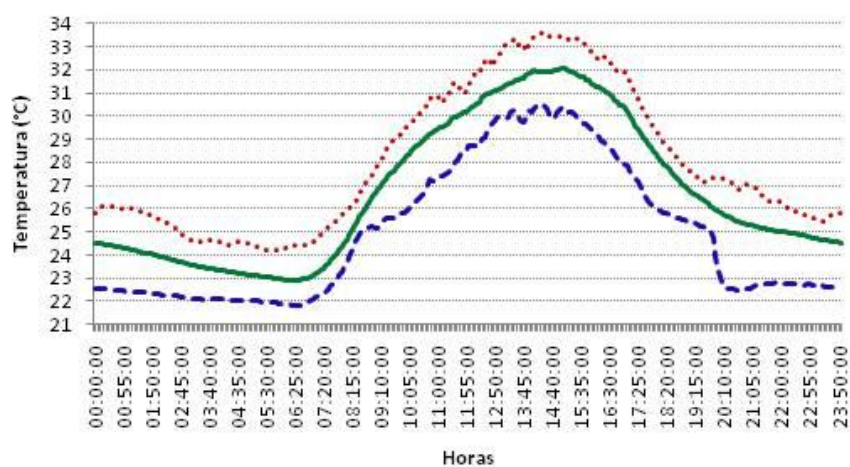
sol) no período da tarde, por isto é observado um aumento na amplitude na mesma ordem da topografia média diária (FIGURA 15).

Observou-se também que o aquecimento médio máximo da atmosfera tende a ter um retardamento a medida que subimos na atmosfera, principalmente da altura próxima ao solo até a copa de sombra, tendo uma diferença de aproximadamente 30 minutos da altura próxima ao solo ao da altura da copa de sol, este retardamento possivelmente seja devido o aquecimento da atmosfera ser através da radiação terrestre, ou seja de baixo para cima.

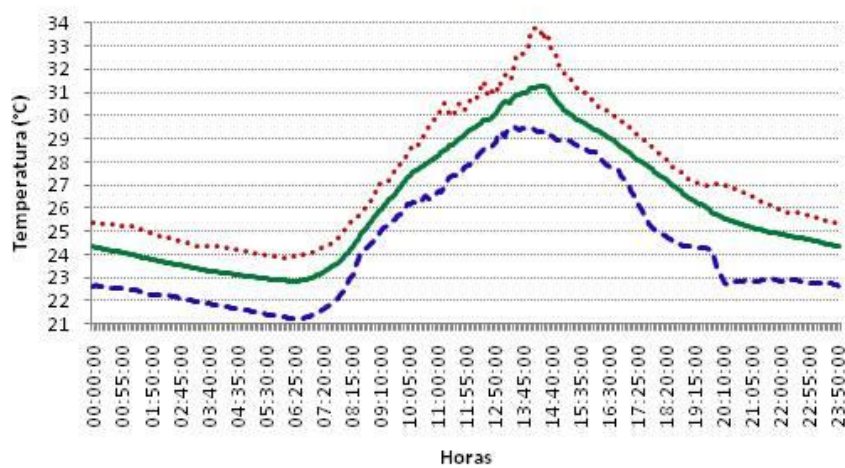
4.3.3 Análise da temperatura para o mês de outubro para a topografia baixa (baixio)

Durante o mês de outubro (2009), quando analisamos as temperaturas no baixio, a temperatura mínima tem um comportamento similar em todas as alturas, porém os valores vão se elevando a medida que subimos na atmosfera (FIGURA 16). Com isto a variação da temperatura mínima foi de, aproximadamente, de 21 a 29 °C próximo ao solo (FIGURA 16-1), de 21,2 a 29,5 °C na copa de sombra (FIGURA 16-2), e de 21,8 a 30,5 °C na copa de sol (FIGURA 16-3). Destaca-se nos gráficos de temperatura mínima uma queda considerável de temperatura as 20:00 hs, a temperatura mais baixa ocorreu no início da manhã, para todas as alturas de dossel estudadas (FIGURA 16).

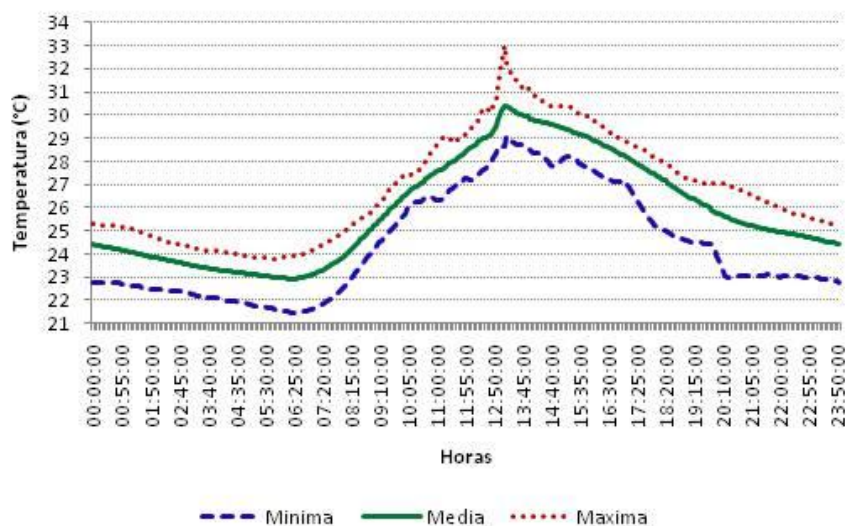
Em relação às temperaturas máximas, observou-se que estas vão de 23,4 °C até próximo a 34 °C (FIGURA 16), com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 16-3). A máxima temperatura ocorreu às 14:35 hs, para as copas de sol, quando chegou ao valor de 33,9 °C (FIGURA 16-3), próximo das 15:10 para as copas de sombra com valor de 31,7 °C (FIGURA 16-2), e as 13:20 hs para acima do solo, com o valor de 30,2°C (FIGURA 16-1).



3



2



1

Figura 16 - Variação da temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de outubro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sol (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

As temperaturas médias variaram de 22,9 a 30,4 °C para o sensor acima do solo (FIGURA 16-1), entre 22,8 a 31,3°C abaixo da copa de sombra (FIGURA 16-2), e entre 22,9 a 32,0 °C para abaixo da copa de sol (FIGURA 16-3). As temperaturas médias mais altas ocorreram entre 13:00 e 13:30 hs para as alturas acima do solo (FIGURA 16-1), entre 14:00 e 14:40 hs, abaixo da copa de sombra (FIGURA 16-2) entre 14:45 e 15:20 hs, abaixo da copa de sol (FIGURA 16-3).

A amplitude térmica, durante o mês de outubro para os sensores colocados em topografia de baixo, variou 11,5, 12,6 e 11,8 °C para os locais acima do solo (FIGURA 16-1), abaixo das copas de sombra (FIGURA 16-2), e abaixo das copas de sol (FIGURA 16-3), respectivamente produzindo uma amplitude média diária tiveram valores de 7,5 °C, 8,4 °C e 9,1°C para as alturas citadas anteriormente, respectivamente.

Através da análise dos graficos (FIGURA 16) é possível observar que a temperatura tende a ficar mais alta a medida que se eleva na atmosfera (proximo ao solo até a copa de sol) no período da tarde, por isto é observado um aumento na amplitude na mesma ordem da topografia média diária. Observou-se também que o aquecimento médio máximo da atmosfera tende a ter um retardamento a medida que sube-se na atmosfera, tendo uma diferença de aproximadamente 2 horas da altura proxima ao solo em comparação com a altura abaixo da copa de sol. Este retardamento, possivelmente está relacionado com o aquecimento da atmosfera ser através da radiação terrestre, ou seja de baixo para cima.

A queda da temperatura (FIGURA 16) destacada anteriormente foi observada no mesmo dia em que ocorreu a precipitação mais significativa no mês de outubro (FIGURA 7), onde as temperaturas mínimas registradas no mês das 20:00 até o final do dia foram registradas no dia em questão, sendo que provavelmente a precipitação deve ter acontecido neste intervalo.

4.3.4 Análise da temperatura para o mês de outubro para a topografia alta (platô)

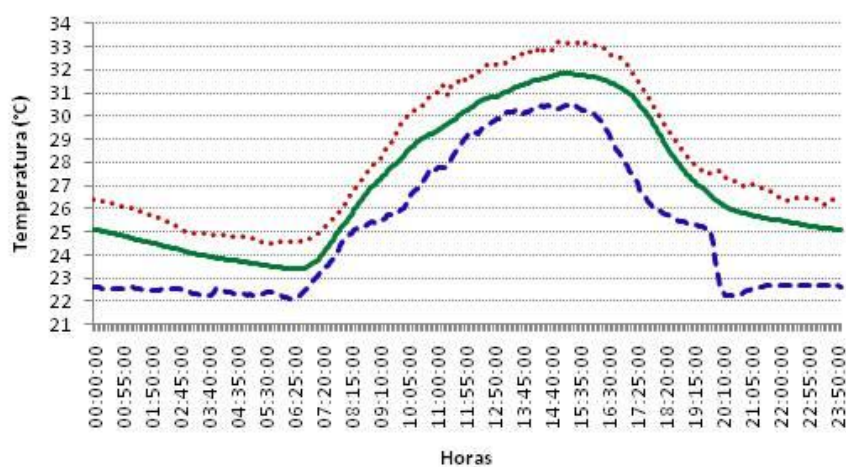
Durante o mês de outubro (2009), quando analisamos as temperaturas no platô, a temperatura mínima tem um comportamento similar em todas as alturas,

porém os valores vão se elevando principalmente no período da tarde à medida que subimos na atmosfera (FIGURA 17), as quais variaram, aproximadamente, de 21,6 a 28,2°C próximo ao solo, de 22,3 a 30,7°C na copa de sombra e de 22,1 a 30,5°C na copa de sol. Destaca-se nos gráficos de temperatura mínima assim como da topografia anterior uma queda considerável de temperatura as 20:00 hs, a temperatura mais baixa ocorreu no início da manhã, para todas as alturas de dossel estudadas.

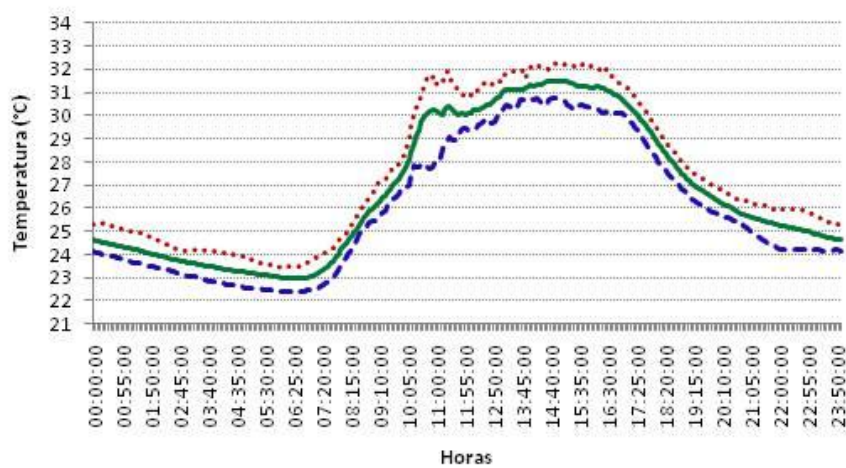
Em relação às temperaturas máximas, observou-se que estas vão de 23,4 °C até 33,3 °C, com maiores temperaturas encontradas abaixo das copas de sol (FIGURA 17-3). A máxima temperatura ocorreu às 15:35 hs, para a copa de sol, quando chegou ao valor de 33,3 °C (FIGURA 17-3), as 14:50 para a copa de sombra com valor de 32,3 °C (FIGURA 17-2), e as 11:45 hs acima do solo, com o valor de 31,1°C (FIGURA 17-1).

As temperaturas médias variaram de 23,1 a 29,4 °C para os sensores acima do solo (FIGURA 17-1), entre 22,9°C a 31,5 °C abaixo das copas de sombra (FIGURA 17-2), e entre 23,4 a 31,8 °C para as copas de sol (FIGURA 17-3). As temperaturas médias mais altas ocorreram entre 14:30 e 15:00 hs para a altura próxima ao solo (FIGURA 17-1), entre 14:30 e 15:00 hs pra a altura da copa de sombra (FIGURA 17-2) e entre 14:45 e 15:45 hs para a copa de sol. A amplitude térmica, durante o mês de outubro para os sensores colocados em topografia de platô, variaram 9,4, 9,9 e 11,1°C para os locais acima do solo (FIGURA 17-1), abaixo das copas de sombra (FIGURA 17-2), e abaixo das copas de sol (FIGURA 17-1), respectivamente, tendo uma amplitude média diária de 6,4 8,6 e 8,4°C para as alturas citadas anteriormente.

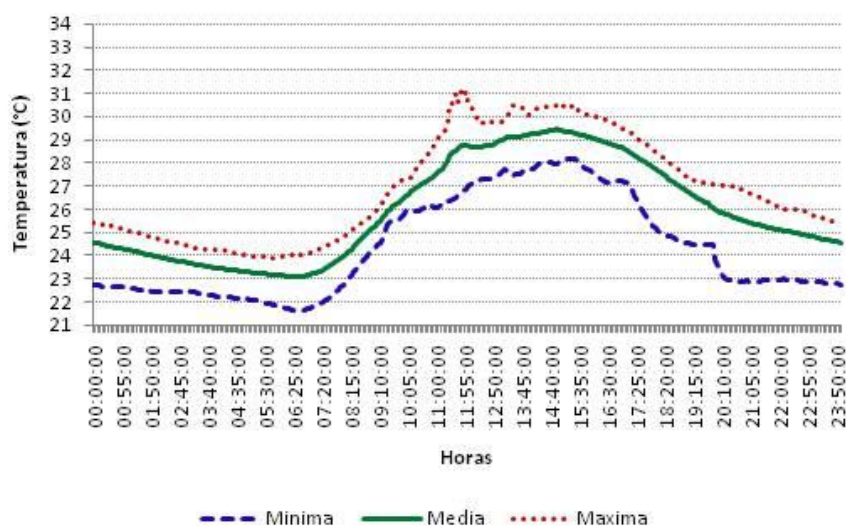
Através da análise dos graficos (FIGURA 17) é possível observar que a temperatura tende a ficar mais alta a medida que se eleva na atmosfera (proximo ao solo até a copa de sol) no período da tarde, porém este comportamento não é bem pereceptível nas alturas da copa sombra para a copa de sol, por isto é observado uma amplitude térmica muito semelhante.



3



2



1

Figura 17 - Variação da temperatura (mínima, média e máxima) durante o mês de outubro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sol (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

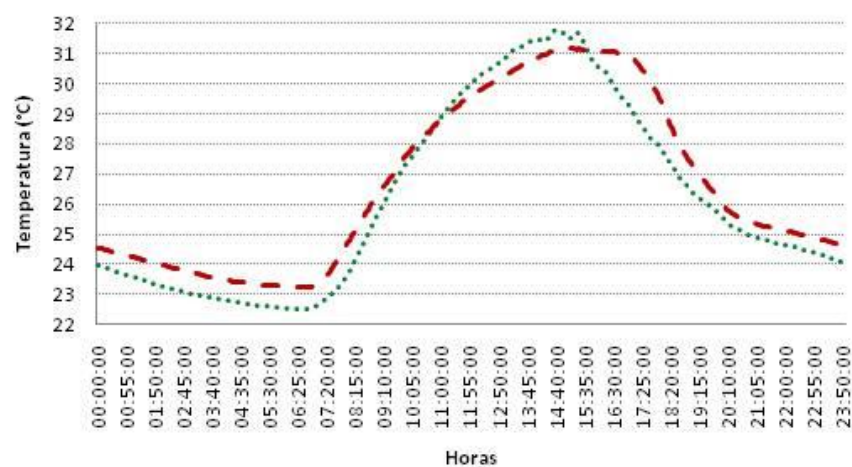
Observou-se também que o aquecimento médio máximo da atmosfera tende a ter um retardamento a medida que subimos na atmosfera, principalmente da altura da copa de sombra até a copa de sol, tendo uma diferença de aproximadamente 45 minutos da altura próxima ao solo ao da altura da copa de sol, este retardamento possivelmente seja devido o aquecimento da atmosfera ser através da radiação terrestre, ou seja de baixo para cima.

4.3.5 Análise da temperatura para o mês de setembro comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô)

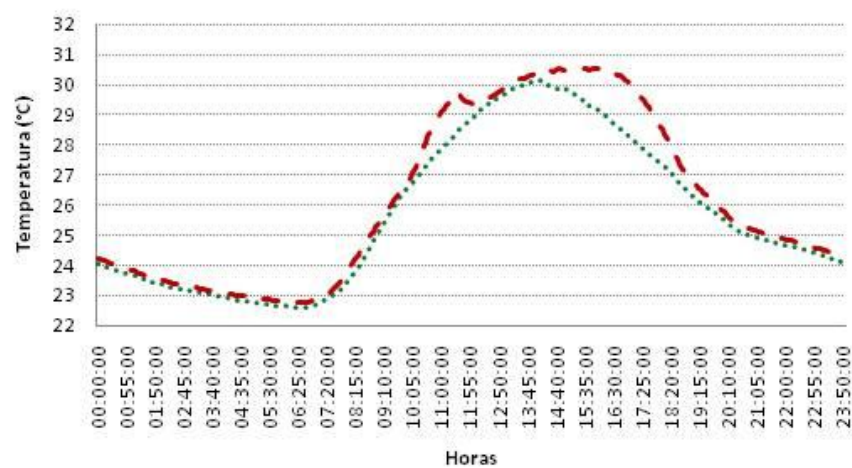
Durante o mês de setembro (2009) quando se faz a comparação do comportamento da temperatura média nas topografias baixa e alta (FIGURA 18), observa-se que para altura de dossel acima do solo (FIGURA 18-1) praticamente não existe variação entre a temperatura do baixio em relação ao platô.

Em relação à altura abaixo da copa de sombra (FIGURA 18-2) a temperatura não tem variação até aproximadamente 10:00 hs, a partir de então tem uma pequena variação onde a temperatura da topografia de platô fica superior ao do baixio até perto das 20:00 hs, tendo valores máximos de superação entre 16:00 e 17:00 hs com cerca de 2 °C de diferença.

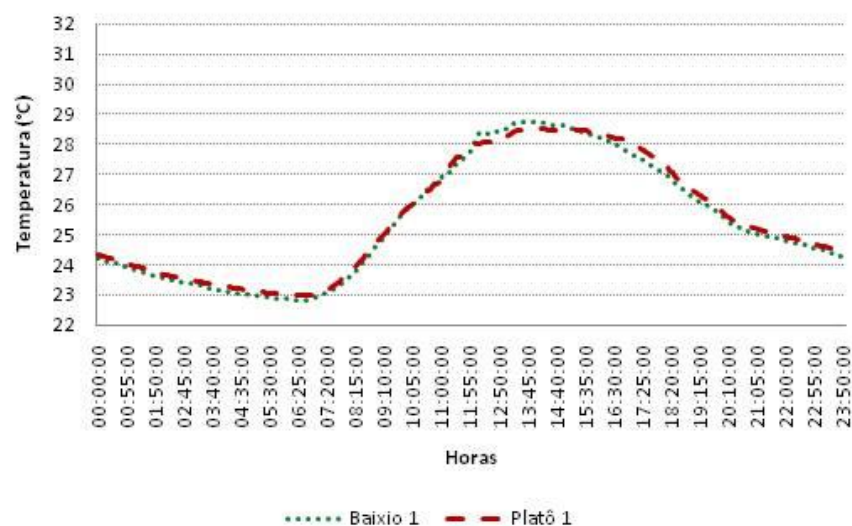
Na altura da copa de sol (FIGURA 18-3), diferente de todos os analisados anteriormante, os dados revelaram uma diferença no comportamento da temperatura no período noturno, com quase um grau de variação. A temperatura média no platô é maior até aproximadamente 10:00 horas, apartir deste horário a topografia de baixio supera ficando superior até em torno de 16:00 horas quando é superada novamente pela topografia de platô (FIGURA 18).



3



2



1

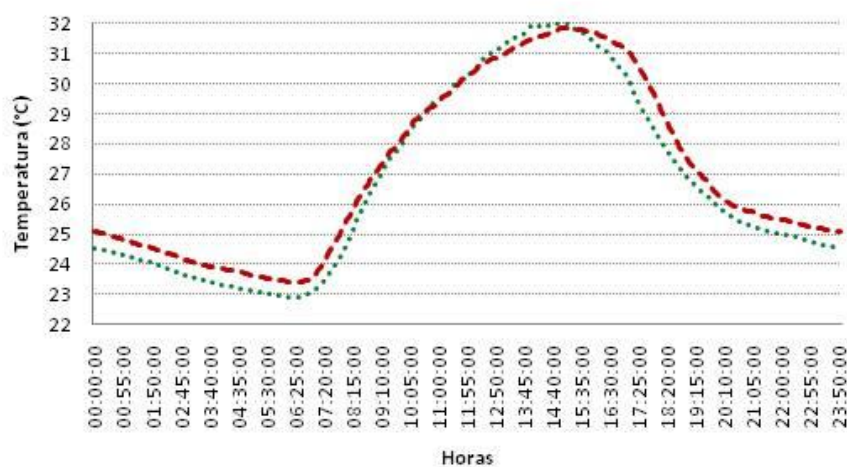
Figura 18 - Variação da Temperatura média durante o meses de setembro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sol (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixo) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

4.3.6 Análise da temperatura para o mês de outubro comparando topografia baixa (baixio) e topografia alta (platô)

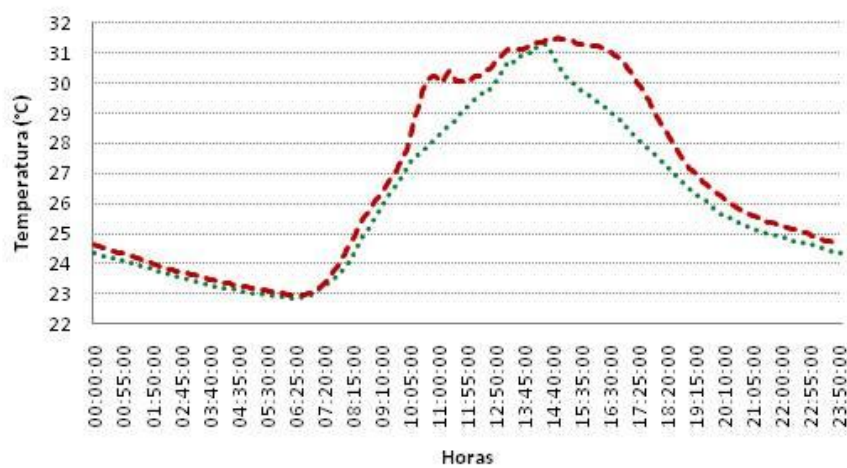
Durante o mês de outubro (2009) quando se faz a comparação do comportamento da temperatura média nas topografias baixa e alta, observa-se que para altura acima do solo (FIGURA 19-1) existe uma variação de até 1,4°C no início da tarde, tendo maiores valores na topografia de baixio, porém no final da tarde a temperatura da topografia de platô supera ao de baixio em cerca 0,3 °C.

Em relação à altura abaixo da copa de sombra (FIGURA 19-2) a temperatura não tem variação até aproximadamente 10:00 hs, a partir de então tem uma pequena variação onde a temperatura da topografia de platô fica superior ao do baixio até o final do dia, tendo valores máximos de superação entre 16:00 e 17:00 hs com cerca de 2 °C de diferença.

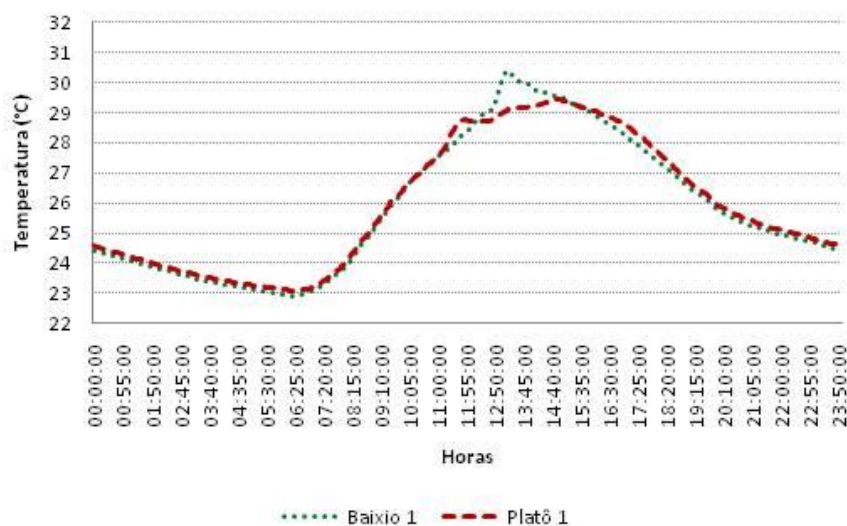
Na altura da copa de sol (FIGURA 19-3), diferentemente do mês anterior, não existe diferença expressiva no comportamento da temperatura no período noturno e diurno em comparação ao baixio e platô. Contudo, apesar da baixa diferença, a temperatura média no platô é maior até aproximadamente 9:00 hs (FIGURA 19-3), a partir deste horário a temperatura tem o mesmo comportamento em ambas as topografias até aproximadamente 13:00 hs a partir de então a topografia de baixio supera ficando superior até em torno de 15:00 hs quando é superada novamente pela topografia de platô até o final do dia.



3



2



1

Figura 19 - Variação da Temperatura média durante o mês de outubro (2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sol (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) e alta (platô), na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

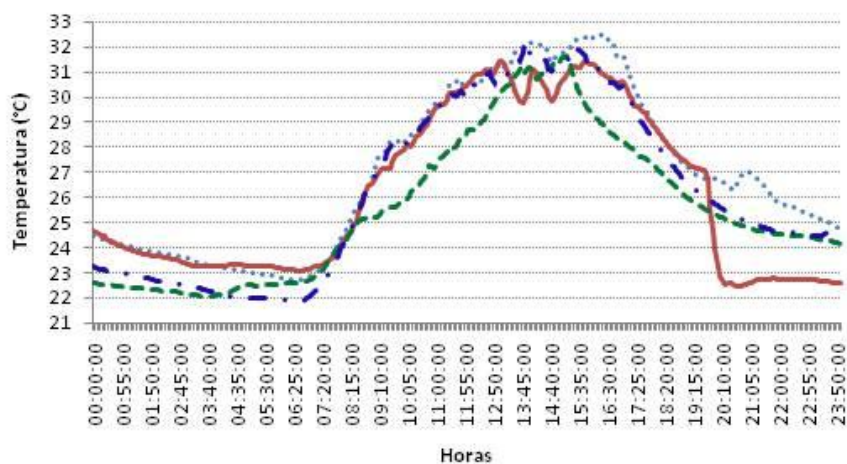
4.4 ANÁLISE DA TEMPERATURA DO AR EM UM EVENTO DE CHUVA NA ESTAÇÃO SECA.

4.4.1 Análise da temperatura em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia baixa (baixio)

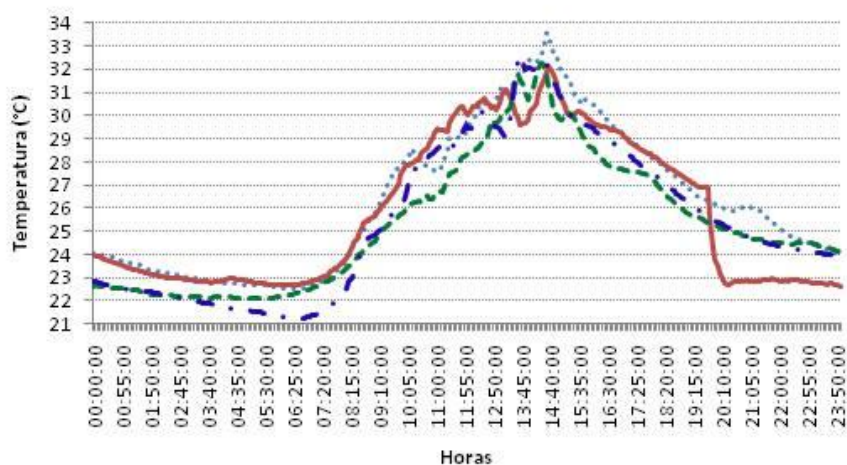
Analisando o comportamento da temperatura em topografia de baixio, primeiramente para a altura próxima ao solo (FIGURA 20-1) observa-se que a temperatura do dia anterior a precipitação (FIGURA 7), ou seja, no dia 18/10/2009, a temperatura tem comportamento similar ao observado no dia da precipitação, dia 19/10. No período da tarde quando a temperatura no dia 18 é superior ao do dia 19/10 e também a partir das 19:40 horas quando a temperatura no dia 19/10 cai bruscamente de 26,9 °C para 22,9 °C trinta minutos depois.

Na altura da copa de sombra (FIGURA 20-2) tem de um modo geral, comportamento semelhante ao da altura anterior, porém com temperaturas mais elevadas no período da tarde em comparação as temperaturas observadas abaixo das copas de sol (FIGURA 20-3). Na altura da copa de sol (FIGURA 20-3) é interessante observar que, ao contrário do que foi analisado nas médias mensais, a temperatura máxima diária diminuiu na altura mais elevada, caracterizando um fenômeno chamado de inversão térmica por volta das 14:30 onde a temperatura se comporta de forma contrária ao natural.

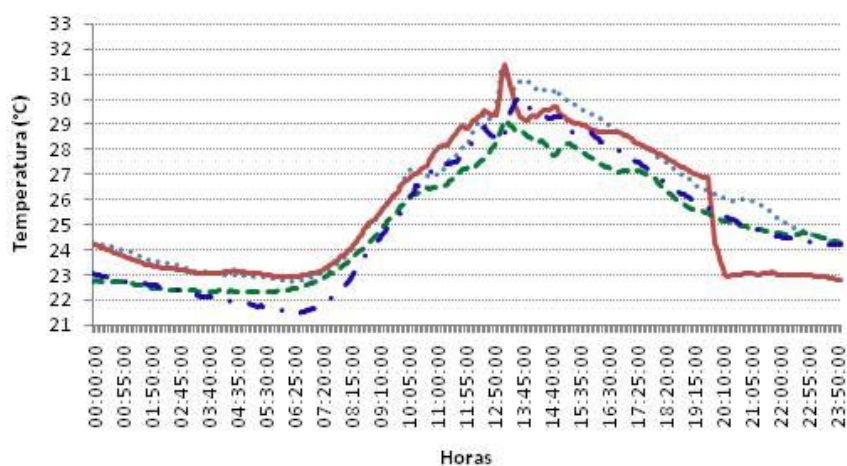
Com relação a queda brusca na temperatura no dia 19, perto das 20:00 provavelmente foi o período onde tenha ocorrido a maior intensidade de precipitação, a qual foi de aproximadamente 41 mm de chuva (FIGURA 7), onde a temperatura diminuiu 5,5 °C em apenas 30 min. A precipitação terminou neste mesmo dia, porém seu efeito na temperatura pode ser observado no dia seguinte, o qual apresentou temperatura abaixo do observado nos dias anteriores a precipitação, a temperatura retorna a sua condição anterior a partir do dia 22/10.



3



2



1

..... 18/10/2009 — 19/10/2009 - - 20/10/2009 - · - 22/10/2009

Figura 20 - Variação da temperatura média durante um período no mes de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sol (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

Perecebe-se pela análise da Figura 20 que todas as alturas de dossel voltam a apresentar níveis mais baixos de temperatura que apresentavam antes da chuva, principalmente nos períodos noturnos e antes do nascer do Sol. É interessante perceber que as variações de temperatura, antes de chover e depois da chuva, são menores nas alturas perto do solo.

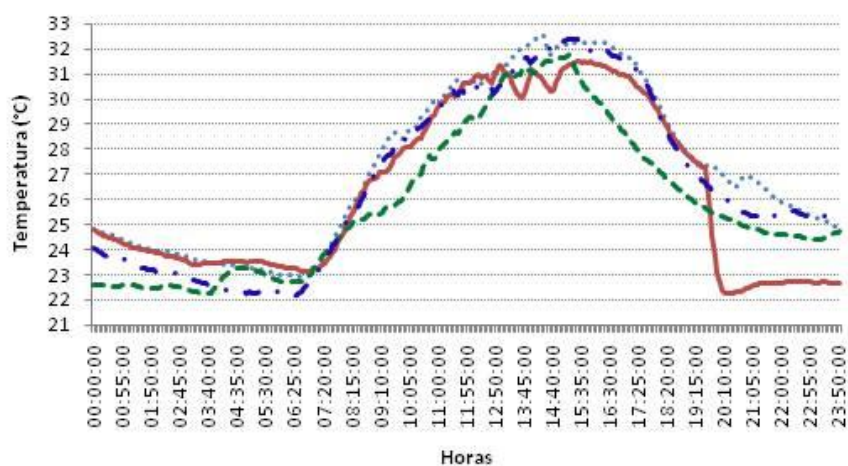
4.4.2 Análise da temperatura em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia alta (platô)

Analizando o comportamento da temperatura em topografia de platô, primeiramente para a altura próxima ao solo (FIGURA 21-1) observamos que a temperatura do dia anterior a precipitação (FIGURA 7), ou seja, o dia 18/10 tem comportamento similar ao observado no dia da precipitação (dia 19/10), exceto no horário da tarde onde a temperatura do dia 18/10 é superior e também a partir das 19:40 horas quando a temperatura no dia 19/10 cai bruscamente de 26,9 °C, para 22,9 °C em 30 min.

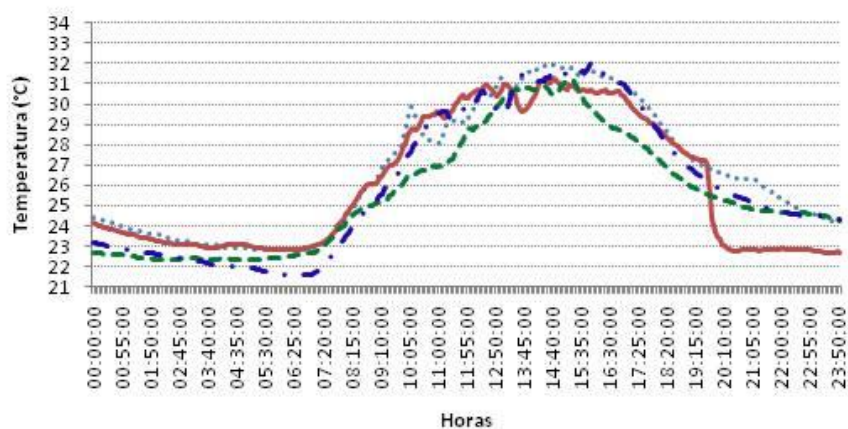
Na altura da copa de sombra (FIGURA 21-2) observa-se o mesmo comportamento acima descrito (FIGURA 21-1). Entretanto um dia após a chuva (20/10) a temperatura não varia tanto quanto acima do solo (FIGURA 21-1). Dois dias após a chuva as temperaturas voltam aos patamares anteriores, sendo que a variação entre as temperaturas noturnas são muito pequenas (FIGURA 21-2).

Na altura da copa de sol (FIGURA 21-3) a temperatura possui comportamento semelhante ao da altura acima do solo, porém com valores mais elevados, neste caso devido a falta dos dados de temperatura da copa de sombra não foi possível encontrar característica de inversão térmica, pois esta foi observada anteriormente entre as duas últimas alturas.

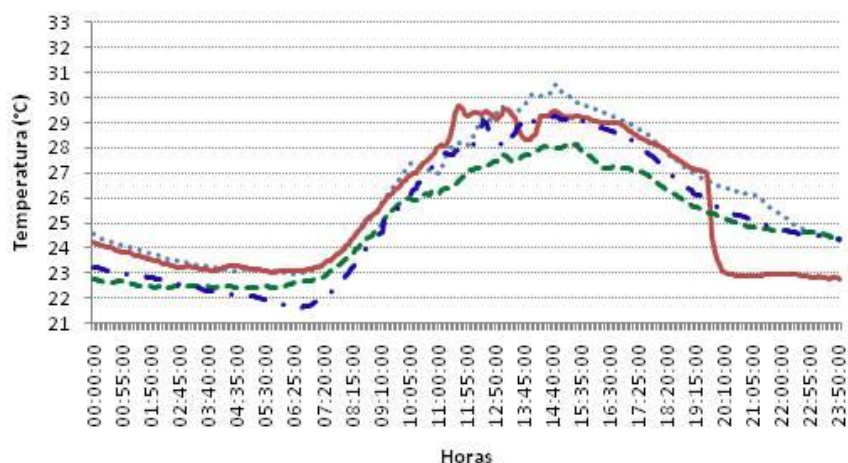
Com relação a queda brusca na temperatura no dia 19 provavelmente, neste período tenha dado a precipitação, onde a temperatura diminui uma ordem de 5 °C, passando de 27,0 °C para 22,2 °C (FIGURA 21-3). A precipitação terminou neste mesmo dia, porém seu efeito na temperatura pode ser observado no dia seguinte que teve temperatura abaixo do observado nos dias anteriores a precipitação, a temperatura retorna a sua condição anterior a partir do dia 22.



3



2



1

..... 18/10/2009 — 19/10/2009 — 20/10/2009 — 22/10/2009

Figura 21 - Variação da temperatura média durante um período no mês de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

4.5 ANÁLISE DA UMIDADE RELATIVA EM UM EVENTO DE CHUVA NA ESTAÇÃO SECA

4.5.1 Análise da umidade relativa em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia baixa (baixio).

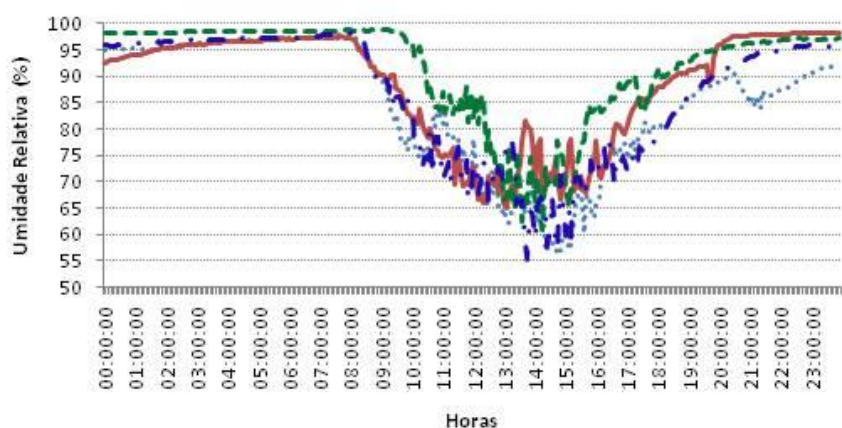
Analisando o comportamento da umidade relativa em topografia de baixio, primeiramente observou-se que esta se comporta de forma inversa a temperatura, ou seja quando a temperatura diminui a umidade aumenta e vive-versa, observou-se também que a umidade relativa possui pouca variação no período noturno, ficando próximo a 100% nos dias analisados e com o nascer do sol a umidade tende a diminuir, tendo seus mínimos no intervalo de 13:00 a 15:00 hs e havendo muitas variações neste período.

Para a altura próxima ao solo (FIGURA 22-1) no dia anterior a precipitação, ou seja, o dia 18 possui os menores valores de umidade principalmente no período da tarde e início da noite. No dia 19 a umidade relativa sofre um aumento de aproximadamente 10% de umidade, sendo que este comportamento persiste no dia seguinte onde são observados as maiores porcentagens de umidade durante quase todo o dia.

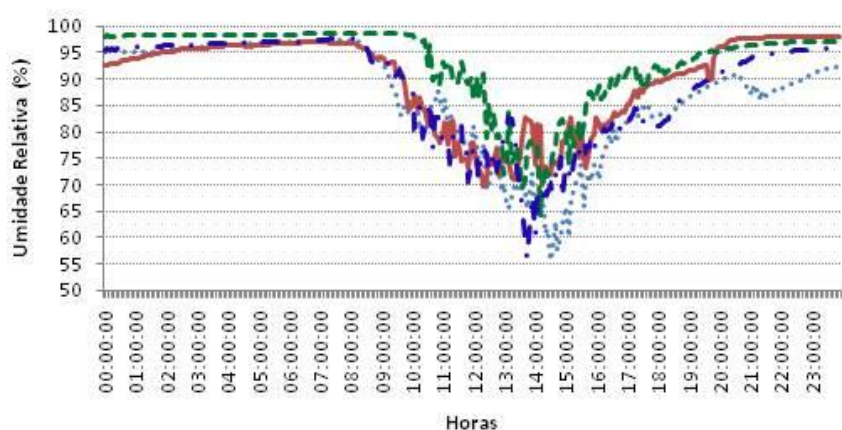
Na altura da copa de sombra (FIGURA 22-2) tem de um modo geral, comportamento semelhante ao da altura anterior, porém com valores de umidade relativa inferiores no período diurno.

Na altura da copa de sol (FIGURA 22-3) o comportamento da umidade relativa é semelhante ao da altura anterior, porém com valores inferiores no período da manhã e no final da tarde.

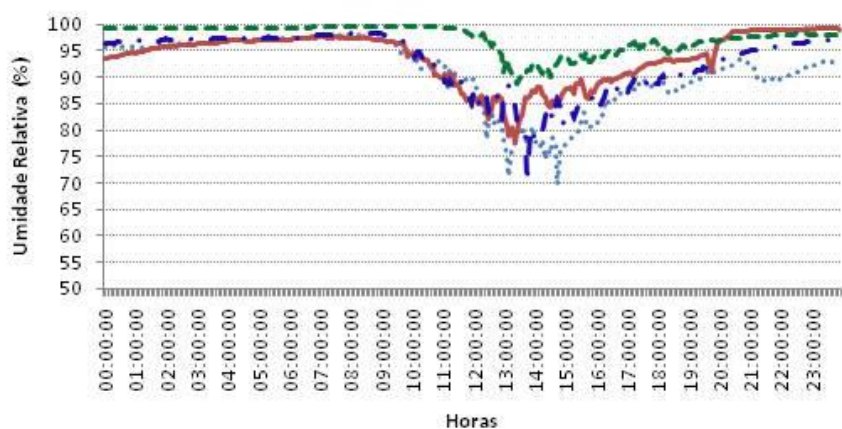
Com relação ao aumento na umidade no dia 19 provavelmente, neste período tenha ocorrido a precipitação. A precipitação terminou neste mesmo dia, porém seu efeito da umidade relativa pode ser observado no dia seguinte que teve os maiores valores de umidade relativa em relação aos outros dias estudados, a umidade retorna a sua condição anterior a partir do dia 22.



3



2



1

..... Top Baixa Solo 18/10
 --- Top Baixa Solo 19/10
 --- Top Baixa Solo 20/10
 - - - Top Baixa Solo 22/10

Figura 22 - Variação da umidade relativa média durante um período no mês de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sobreira (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia baixa (baixio) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

4.5.2 Análise da umidade relativa em um evento de chuva no mês de outubro para a topografia alta (platô).

Analisando o comportamento da umidade relativa em topografia de platô, (FIGURA 23)primeiramente observou-se que esta se comporta de forma inversa a temperatura,ou seja quando a temperatura diminui a umidade aumenta e vive-versa, observou-se também que a umidade relativa possui pouca variação no período noturno, ficando proximo a 100% nos dias analisados e com o nascer do sol a umidade tende a diminuir, tendo seus mínimos em tornos das 15:00 hs e havendo muitas variações neste período.

Para a altura proxima ao solo (FIGURA 23-1) no dia anterior a precipitação, ou seja, o dia 18 possui os menores valores de umidade principalmente no período da tarde e início da noite. No dia 19 a umidade relativa sofre um aumento de aproximadamente 10% de umidade,sendo que este comportamento persiste no dia seguinte onde são observados as maiores porcentagens de umidade durante quase todo o dia.

Na altura da copa de sombra (FIGURA 23-2) tem de um modo geral, comportamento semelhante ao da altura anterior,porém com valores de umidade relativa inferiores no período diurno, e esta diferença é maior no dia 20 .

Na altura da copa de sol (FIGURA 23-3) o comportamento da umidade relativa é semelhante ao da altura anterior, porém com valores inferiores no período diurno.

Com relação ao aumento na umidade no dia 19 provavelmente,neste período tenha ocorrido a precipitação. A precipitação terminou neste mesmo dia, porém seu efeito da umidade relativa pode ser observado no dia seguinte que teve os maiores valores de umidade relativa em relação aos outros dias estudados, a umidade retorna a sua condição anterior a partir do dia 22.

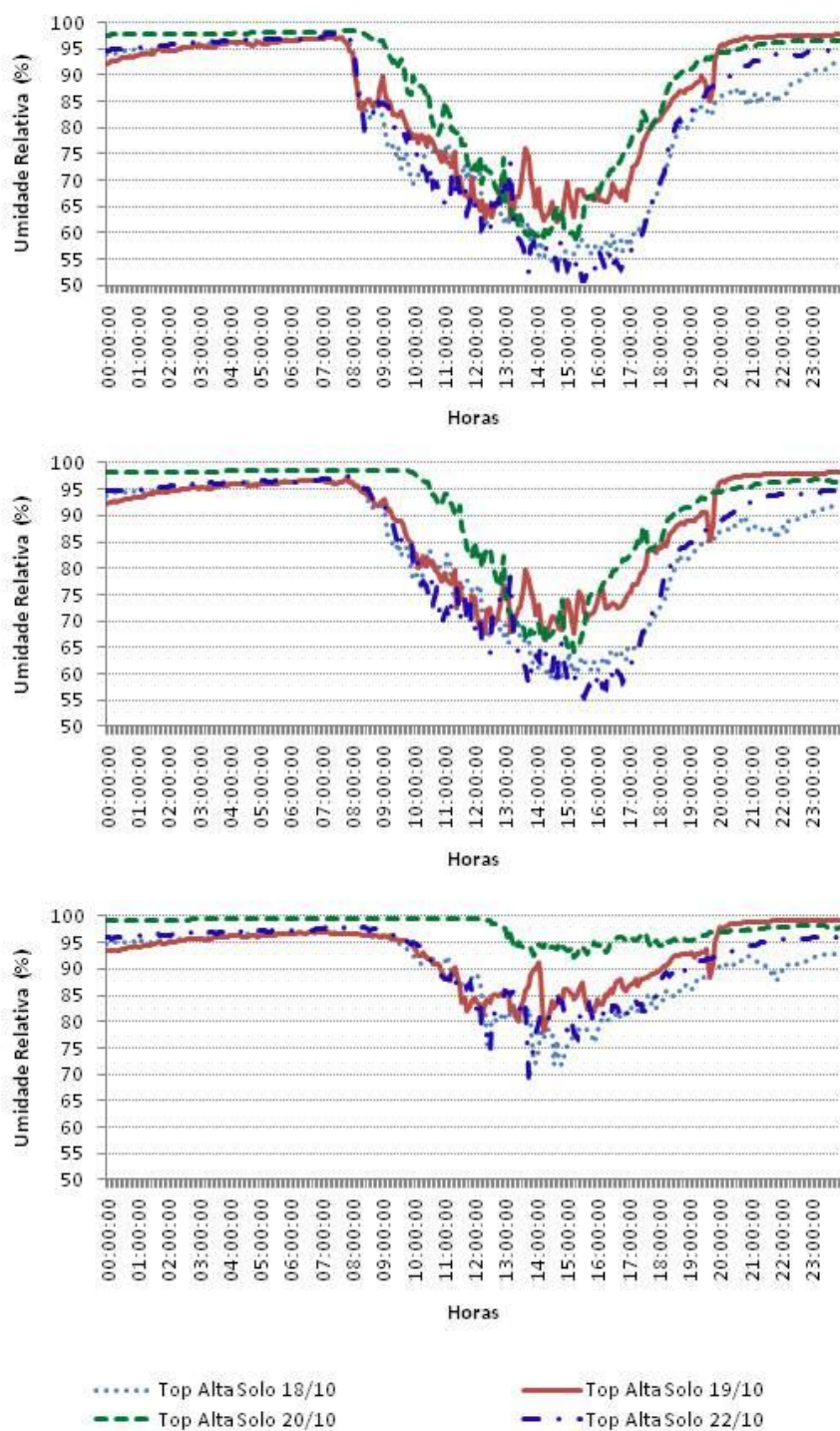


Figura 23 - Variação da umidade relativa (%) média durante um período no mês de outubro (18 a 22/10/2009), para sensores colocados perto do solo (1), abaixo das copas de sobra (2) e abaixo das copas de sol (3), em topografia alta (platô) na área experimental do PPBio, em Caxiuanã.

5 CONCLUSÕES

A temperatura do ar não possui grande amplitude sazonal, e nem diária no interior da floresta, sendo que as maiores amplitudes médias diárias acontecem no período seco e as maiores amplitudes térmicas mensal ocorreram no período chuvoso.

A temperatura do ar aumenta com a elevação do dossel aproximadamente $0,1^{\circ}\text{C}$ na estação chuvosa e $0,14^{\circ}\text{C}$ na estação seca a umidade relativa se comporta de forma contrária diminuindo com a elevação dossel.

Existe um retardamento na temperatura média máxima com a elevação do dossel no período seco.

A temperatura do ar e a umidade relativa não possuem uma variação uniforme com a topografia

Quando existe precipitação em um período muito seco ocorre o processo de inversão térmica, onde a temperatura da copa de sol se torna menor que a temperatura da copa de sombra, isto aconteceu neste trabalho no período da tarde na topografia de baixio.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.S; LISBOA, P.L.B.; SILVA, A.S.L. Diversidade florística de uma comunidade arbórea na Estação Científica Ferreira Penna, em Caxiuanã -PA. *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi. Ser. Bot.*, Belém, v.9, n.1, p. 93-128.1993.
- ATHAIDE, K.R.P.; COSTA, J.P.R.; S.... ALVES, L. N. *Influência do fenômeno El Niño 97-98 na variação de precipitação e da temperatura do ar em Caxiuanã-PA. Estação Científica Ferreira Penna – Dez anos de pesquisa na Amazônia, Coordenação de Pesquisa de pós Graduação, Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, 2002.*
- AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 11. Ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2006. 232p.
- CUNNINGHAM, S.C; READ, J. Comparison of temperate and tropical rainforest tree species: photosynthetic responses to growth temperature. *Ecophysiology* n. 133, p. 112–119. 2002
- FETCHER N; OBERBAUER,S.F; CHAZDON,R.L Physiological ecology of plants. In: MACDADE L, et al. (Eds.) *La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest*. Chicago: The University of Chicago Press, 1994. p 128–141.
- LECHOWICZ, M.J. Seasonality of flowering and fruiting in temperate forest trees. *Canadian Journal of Botanic*, v 73, p.175–182. 1995.
- LISBOA, P.L.B; SILVA, A.S.L; SOARES,S.S. *Florística e estrutura dos ambientes*. In: Lisboa, P.L.B.(org.). Caxiuanã. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi,p.163-193.1997.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*.São Paulo: O textos, 2007. 206 f.
- MIRANDA-SANTOS, R.; GAVINA, J. L.; THALES, M. Topografia do sítio de Caxiuanã. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO PPBio: Estratégias Científicas do Programa, 1., 2007, Belém-Pa., 2007.
- MORAES, J.C. et al. Estudos hidrometeorológicos na bacia do rio Caxiuanã. In: LISBOA, P.L.B.(Org.). *Caxiuanã*. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1997. p.85-95.
- MULKEY, S.S; CHAZDON, R.L; SMITH, A.P. *Tropical forest plant ecophysiology*. London: Chapman and Hall, 1996.

OLIVEIRA, G.S. *El Niño e você: o fenômeno climático*. São José dos Campos-SP: Transtec, 1999.

REICH, P.B. Phenology of tropical forests – patterns, causes and consequences, 1995. *Can J Bot.*, n. 73, p.164–174

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. *Meteorologia básica e aplicações*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. 449p.