

UMA ABORDAGEM MICROMETEOROLÓGICA PRELIMINAR SOBRE MANGUEZAIS

*JOÃO BATISTA MIRANDA RIBEIRO**

*ANTONIO CARLOS LÔLA DA COSTA**

*JOSÉ DANILO DA COSTA SOUZA FILHO**

*RUBÉN JOSE LARA***

Resumo

Os resultados de pesquisas experimentais do projeto EMMA/MADAM realizadas em 1996-1997, em Bragança-PA, em sítio urbano, manguezal degradado e manguezal natural são apresentados. Inicialmente as temperaturas são mais elevadas no manguezal degradado e sítio urbano. A umidade relativa do ar foi superior no período diurno no manguezal natural, com a característica de resposta meteorológica, o microclima do manguezal natural é sobretudo mais ameno e mais úmido que o sítio urbano e manguezal degradado. O valor máximo de radiação solar superou 800 W.m⁻², com o saldo de radiação totalizando 64% da radiação solar. As chuvas no total são 930,1 mm, abaixo de sua cota climatológica entre os meses de abril e maio de 1997. As amplitudes térmicas mais elevadas são, sem dúvida, relativas ao desmatamento perceptível no manguezal degradado. As alterações no balanço térmico tem grande importância para o prosseguimento das pesquisas.

Palavas-chave: Micrometeorologia, Manguezais, Clima.

*Departamento de Meteorologia, Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) – Bremen, Alemanha.

Resumé

Un abordage micrométéorologique préliminaire sur les marais

Les résultats de recherches expérimentales du projet EMMA/MADAM y a réalisé en 1996-1997, à Bragança-PA, en site urbain, mangue dégradé et mangue naturel sont présenté. D'abord, les températures sont plus élevé en mangue dégradé et site urbain. L'humidité relative de l'air a été supérieur a la période diurne en mangue naturel, avec la caractéristique de réponse météorologique, le microclimat de mangue naturel est surtout plus amène et plus humide que le site urbain et mangrove dégradé. La mesure maximale de la radiation solaire a bati 800 W.m⁻², avec le solde de radiation en l'intérim de 64% de la radiation solaire. Les pluies au total sont 930,1 mm, au-dessous de leur cote climatologique parmi les mois avril et mai de 1997. L'amplitudes thermiques plus élevé sont, sans doute, consécutifs à déboisement perceptible en mangue dégradé. Les altérations en balancement thermique ont grande importance pour poursuivre les recherches.

Mots-Clé: Micrométéorologie, Marais, Climat.

INTRODUÇÃO

Denomina-se manguezal a comunidade vegetal que se estende ao longo da zona costeira, exposta aos processos transicionais do ambiente marinho, estuarino e lagunar, com alternância de inundações, derivadas da atuação das marés. As espécies que caracterizam os bosques de mangue sempre se destacaram por sua paisagem característica, bastante diferenciada dos demais ecossistemas florestais do ambiente costeiro (HERZ, 1988). As formações de mangue são fortemente marcadas pela salinização do substrato e abrigam espécies vegetais altamente especializadas, de morfologia singular e fisiologia compatibilizada às alternâncias do ingresso das águas estuarinas, envolvendo seus troncos e sistema radicular, por períodos de duração variável.

A grande biodiversidade característica dos ecossistemas de manguezais, depende em grande parte da estabilidade do meio físico, constituído pelo solo e a baixa atmosfera. Por sua vez, tanto o solo quanto a camada limite atmosférica, são fortemente alterados a nível local, pela ação antrópica do desmatamento para uso econômico da superfície terrestre. Essas modificações da cobertura vegetal, comumente observadas na região amazônica, além de alterações microclimáticas

que precisam ser quantificadas, tem aumentado a preocupação sobre a possível irreversibilidade do impacto ambiental local e sua influência nos regimes pluviométricos e no balanço de energia. Não obstante, muito pouco se conhece a respeito da biodiversidade dos manguezais e as respostas da vegetação às condições climáticas atuais.

O manguezal de Bragança sofre degradação proveniente principalmente das atividades humanas, cuja intervenção, por menor que seja, rompe amiúde o equilíbrio sustentável do ecossistema, onde podemos destacar: o extrativismo vegetal e animal, verificados no desmatamento para retirada da madeira e exploração da pesca e captura de caranguejos; manejo e exposição do solo para práticas agrícolas; desmatamentos para construção de palafitas sobre o manguezal; desmatamentos e aterros interceptando o manguezal para construção de estrada e instalação de linha elétrica; bloqueio na drenagem natural, através de canalização e barragens.

A discussão sobre as diferentes formas de degradação dos manguezais envolve distintas áreas do conhecimento científico, mas todas convergem para uma única preocupação: a constatação de que a situação é grave e necessita de uma política de fato voltada para a preservação e manejo das áreas de manguezais na região.

Sob o ponto de vista meteorológico, a conversão de bosques de mangues em áreas degradadas, expõe a superfície à radiação solar direta, causando um ambiente adverso à regeneração das espécies, conduzindo a alterações fisiológicas extremas, levando-as à intolerância e à extinção.

Apesar da grande importância do estudo dos manguezais, sob vários aspectos da ciência, muito pouco se conhece a respeito dos processos de trocas de massa, energia, momentum e outros parâmetros bióticos e abióticos, dentro e fora do ecossistema de manguezais.

A escassez desses estudos é que motivou o desenvolvimento do projeto *“Estudo Micrometeorológico em Manguezais” (EMMA)*, o qual resulta da cooperação entre o Centro de Ecologia Marinha Tropical - *Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT)* de Bremen, a Universidade Federal do Pará (UFPA) e o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), sob o acordo governamental de cooperação no campo de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico entre os governos do Brasil e da Alemanha, como parte integrante do programa *“Manejo e Dinâmica de Áreas de Manguezais” (MADAM)*. Em uma comparação inicial, apresentaremos resultados preliminares obtidos durante campanhas do projeto EMMA, desenvolvidas no biênio 1996-1997.

SÍTIOS EXPERIMENTAIS

O município de Bragança localiza-se a nordeste do Estado do Pará, na microrregião Bragantina, com uma área de 3.258 Km². Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, a leste com os municípios de Augusto Corrêa e Viseu. Ao sul com o município de Ourém e a oeste com os municípios de Tracuateua e Capanema. A sede municipal dista 217 km em linha reta da capital (Belém-PA) e está localizada entre as coordenadas 01o 03' S de latitude e 46o 45' W de longitude, com uma altitude média de 29 m acima do nível médio do mar.

Os possíveis efeitos da conversão de manguezal em área degradada e os contrastes entre áreas manguezal natural, manguezal degradado e área urbana, possivelmente influenciam de modo distinto no clima. Com o objetivo de fornecer o embasamento necessário para o estudo micrometeorológico nestas três áreas experimentais, foi escolhida a Praça das Bandeiras no centro de Bragança para representar a área urbana. A área de manguezal degradado fica a 16 km da área experimental urbana, adjacente à estrada que liga Bragança a praia de Ajuruteua, às margens do Oceano Atlântico. Como manguezal natural fixou-se a área localizada a 31 km de distância da área experimental urbana, próxima a terceira ponte de acesso à Vila de Ajuruteua, no local conhecido como Furo do Chato.

O manguezal de Bragança-PA compreende uma área de aproximadamente 110 km², porém o desmatamento do manguezal vem aumentando consideravelmente, facilitado pela estrada que liga Bragança à praia de Ajuruteua, atravessando inteiramente os manguezais.

A área experimental urbana apresenta-se cercada por construções antigas. A circulação de pessoas e trânsito são representativos do fluxo característico da cidade sendo a área influenciada pelo efeito de brisa devido à localização da cidade às margens do Rio Caeté.

A área de manguezal degradado apresenta aspecto plano, com modificações estruturais de caráter total devido ao desmatamento facilitado pelo acesso através da estrada. A textura do substrato é menos espessa e a tonalidade é cinza claro. A ausência de árvores favorece a exposição do substrato com alguns troncos de árvores e pequenos arbustos.

Na área experimental de manguezal natural a classe de cobertura vegetal do mangue é do tipo exuberante, denso e alto, com altura média das árvores em torno de 18 m. As espécies de mangue mais encontradas são *Rhizophora* e *Avicennia*, nesta ordem de predominância. Sob o ponto de vista estrutural o manguezal natural é do tipo arbóreo de dossel semi-fechado, sobre vaza de maré. Faz parte da franja externa do manguezal, de maior proximidade ao canal e troca mais freqüente das águas de inundação por efeitos de maré.

A característica da produção foliar é de aumento na estação chuvosa (inverno regional) com a redução da salinidade intersticial, favorecendo a formação de folhas novas e diminuindo a produção foliar na estação menos chuvosa (verão regional).

O substrato orgânico dessa comunidade vegetal é espesso com tonalidade cinza escuro e textura granular. A área de manguezal natural possui um aspecto quase plano, cuja superfície é revestida por altas concentrações de matéria orgânica particulada e decomposta, misturada a partículas sedimentares de origem mineral. As folhas liberadas pelas árvores revestem as formações superficiais de espessas camadas de aparência escura e úmida, associadas aos componentes dissolvidos do tecido foliar decomposto.

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO

O conhecimento do clima de uma região é de fundamental importância para muitas atividades humanas, no sentido de proporcionar um melhor entendimento das interações entre o homem, suas atividades e o meio ambiente, proporcionando a possibilidade do uso racional dos recursos naturais.

Na microrregião Bragantina, a temperatura do ar apresenta uma pequena variação anual, com as máximas, médias e mínimas oscilando entre 29,8°C e 32,8°C; 25,2°C e 26,7°; 20,4°C e 22°C, respectivamente. Estas baixas oscilações térmicas anuais, no âmbito individual das categorias de temperatura, devem-se ao fato da pequena variação na inclinação dos raios solares durante todo o ano. Porém, é evidente que grandes amplitudes térmicas diárias são verificadas, principalmente na estação menos chuvosa, que se estende de junho a dezembro, sendo tais amplitudes superiores a 10° C.

Os valores médios mensais de umidade relativa do ar apresentam-se sempre elevados durante todo o ano, variando entre 77% e 91%. De forma análoga à temperatura do ar, sua amplitude diária pode apresentar valores elevados, principalmente na estação menos chuvosa daquela região.

Dentre os elementos meteorológicos usualmente estudados, o que apresenta maior variabilidade é a precipitação pluvial. Embora esta região se caracterize por ser uma das mais chuvosas do Brasil, com valor médio anual da ordem de 2.544,8 mm, certas anomalias podem ser verificadas de um ano para outro.

Apesar das variações, observa-se a existência de duas épocas de características distintas quanto a distribuição das chuvas, ou seja, uma estação chuvosa que vai de janeiro a maio, e outra época menos chuvosa, que vai de junho a dezembro.

Tal distribuição deve-se, principalmente, ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre a Região.

A distribuição anual do brilho solar está diretamente relacionada com a distribuição anual das chuvas, que por sua vez relacionam-se com a nebulosidade. Apesar da ocorrência de grande nebulosidade durante a maior parte do ano, os valores de brilho solar mensal são sempre superiores a 47% do brilho total possível, na estação menos chuvosa e 28% na estação chuvosa,

apresentando um valor médio anual de 2.143,8 horas. A maior intensidade de brilho solar ocorre no período de agosto a novembro, representando, em média, cerca de 66,5% do total possível.

Devido à grande disponibilidade hídrica associada com o enorme potencial energético da região, a nebulosidade apresenta-se elevada durante todo o ano, sendo máxima durante o período chuvoso. Nos meses menos chuvosos a nebulosidade é de caráter predominantemente convectivo, o que possibilita a ocorrência de chuvas nas primeiras horas da tarde.

A velocidade média do vento é relativamente baixa, apresentando um valor médio anual da ordem de 1,6 m/s. Os Meses menos chuvosos são os que apresentam maiores valores de velocidade do vento, devido a maior disponibilidade de energia solar.

Com base em 18 anos de dados, no período de 1973 a 1990, obtidos das Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a classificação climática segundo Thornthwaite & Mather (1955), para Bragança, caracteriza um clima do tipo $AwA'a'$, ou seja, clima muito úmido, megatérmico, com deficiência de água moderada no período de agosto a dezembro, com evapotranspiração anual de 1.449,0 mm e concentração de evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes (outubro, novembro e dezembro) igual a 28,0 %.

Os manguezais são muito importantes na manutenção do balanço hídrico da região, introduzindo na atmosfera uma quantidade considerável de vapor d'água através da evapotranspiração. Deste modo, a destruição intensiva dos bosques de mangues pode causar sérios danos ecológicos, com sérias modificações na interação água-meio ambiente. Devido à sua distribuição mundial, o manguezal é um ecossistema tipicamente tropical, com as condições climáticas de temperatura e precipitação pluvial, aproximadamente ideais para o seu desenvolvimento, dadas a seguir:

- Temperaturas médias acima de 20oC. Em Bragança todas as temperaturas médias mensais são superiores a 25oC, com 25,7oC de média anual;
- Temperaturas mínimas não inferiores a 15oC. Todas as temperaturas mínimas mensais em Bragança são maiores que 20oC, com 21,1oC de média anual;

Tabela 1 - Médias mensais de temperatura do ar, precipitação pluvial, evapotranspiração potencial e resultados do balanço hídrico segundo THORNTHWAIT & MATHER (1955), no período de 1973 a 1990

Meses	Temperatura Média (°C)	Precipitação Pluvial (mm)	Evapotrans. Potencial (mm)	Balanço Hídrico (mm)
Janeiro	25,7	239,3	127	+14,0
Fevereiro	25,2	407,8	105	+302,8
Março	25,2	467,8	116	+351,8
Abril	25,4	453,6	115	+338,6
Mai	25,4	328,1	118	+210,1
Junho	25,2	223,5	111	+112,5
Julho	25,1	173,1	114	+59,1
Agosto	25,6	101,2	119	-2,0
Setembro	25,8	28,6	121	-41,0
Outubro	26,3	19,2	131	-90,0
Novembro	26,6	11,7	135	-115,0
Dezembro	26,5	90,9	137	-45,0
Ano	25,7	2.544,8	1.449	+1.388,9
				Total = -293,0

Nota: Na coluna “**Balanço Hídrico**”, os números precedidos do sinal (+) representam excedentes hídricos e os de sinal (-) deficiências hídricas.

- Amplitude térmica anual abaixo de 5oC. Em Bragança todas as amplitudes térmicas mensais são acima de 5,3oC, com 9,7oC de média anual;
- *Precipitação pluvial acima de 1.500 mm por ano, sem estiagens prolongadas. A precipitação anual de Bragança é de 2.544,8 mm por ano.*

Podemos inferir que as amplitudes térmicas não sejam um fator primordial na manutenção do equilíbrio térmico nos manguezais, pois, embora pareça paradoxal, as condições elevadas de temperatura média do ar é que conduzem ao equilíbrio energético ideal para o microclima dos manguezais. Vale ressaltar que certas espécies de mangues desapareceram em litorais que apresentam 16oC de temperatura média, nos meses de janeiro e julho.

OS EFEITOS DA DEGRADAÇÃO DOS MANGUEZAIS

Balanco de radiação

As alterações encontradas no substrato em presença da água e da sedimentação associada à produtividade foliar, causam diferentes efeitos sobre a micrometeorologia dos manguezais. As propriedades físicas dos constituintes dos manguezais promovem a interação com a radiação solar, proporcionando condições de absorção, reflexão e transmissão de energia, capazes de manter fatores característicos no condicionamento micrometeorológico, especialmente no balanço térmico.

A energia solar chega à superfície de duas formas: radiação solar direta (atinge a superfície diretamente) e radiação solar difusa (proveniente das nuvens e atmosfera), cujo produto final é a radiação solar global. Ao atingir a superfície, uma parcela da radiação solar global é refletida pela superfície para o espaço, enquanto o restante da radiação incidente é absorvida. Parte da radiação que é absorvida é emitida novamente como radiação térmica, mas o restante é o saldo de radiação, que é usado para aquecer a superfície e o ar acima dela, ou para fornecer energia para evaporar água do solo e da vegetação. O saldo de radiação, portanto, representa a quantidade de energia que foi absorvida pelas árvores de mangue, e que está disponível para ser usada nos processos de evapotranspiração e aquecimento do ar e dos mangues, e no processo de fotossíntese.

O dossel dos mangues e a atmosfera interagem dinamicamente através de processos físicos que produzem um transporte de energia e massa. Portanto, todas as informações relacionadas à partição de energia radiante sobre o mangue são fundamentais para o entendimento destes processos que controlam o microclima dos manguezais.

As diferenças no balanço de radiação de manguezais e áreas degradadas, conseqüentemente alteram as condições micrometeorológicas entre estas distintas superfícies.

Dados de radiação solar global e saldo de radiação foram obtidos de uma estação meteorológica automática instalada no topo de uma torre micrometeorológica, acima da altura média da copa das árvores.

Logicamente, que as condições micrometeorológicas dos manguezais alteram-se em relação à latitude e sazonalmente em função da declinação solar, o que provoca mudanças no balanço térmico e no balanço de energia, devido às variações na radiação solar global incidente. Assim, deve-se considerar que os ciclos de produção foliar nas diversas espécies associadas, estão condicionados também à

incidência da radiação solar global, expondo de modo variado o ângulo de incidência da radiação na copa das árvores e conforme a posição das mesmas, o acúmulo de energia no substrato e na biomassa, o que contribui no balanço térmico do manguezal.

As árvores de mangue pertencem às comunidades vegetais cuja estrutura é predominantemente horizontal, o que provoca uma forte atenuação da radiação solar. Portanto, a quantidade de radiação que consegue atingir o solo é presumivelmente pequena.

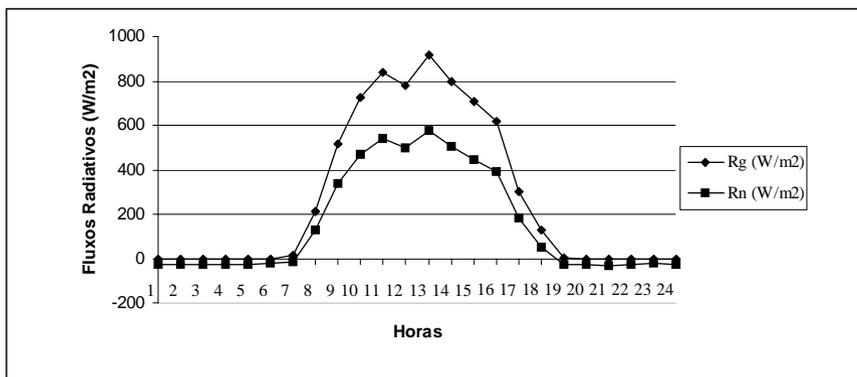
No entanto, a capacidade de aprisionamento da radiação térmica faz com que uma pessoa adentrando no interior do manguezal sinta a sensação de um calor úmido e cheiro de bolor. A diminuição da radiação solar no manguezal causa a impressão do amanhecer começar mais tarde e o entardecer iniciar mais cedo, esta situação é ainda mais pronunciada na estação chuvosa.

A quantidade de energia absorvida por árvores de mangue depende primariamente da sua densidade e desenvolvimento de sua folhagem; quanto mais denso o mangue, maior quantidade de radiação solar incidente pode ser absorvida, assim, a atenuação da insolação aumenta progressivamente com o incremento da área foliar. No período em que as árvores perdem grande parte das suas folhas, a atenuação da radiação solar é reduzida, aumentando a contribuição da biomassa da madeira para interceptar e absorver a radiação incidente. Em dias ventilados a penetração da radiação solar tende a ser maior, pois conforme aumenta a velocidade do vento, há uma agitação das folhas, modificando a disposição das copas das árvores e permitindo a formação de caminhos de entrada da radiação no interior do mangue.

A radiação solar é a componente dominante do balanço de radiação, determinando o comportamento do mesmo, cujas variações estão diretamente associadas às variações da latitude, altitude, declinação solar, cobertura de nuvens e turbidez atmosférica. A presença de nebulosidade influencia o comportamento do balanço de radiação, por interceptar parte da radiação solar incidente e por direcionar os fluxos de radiação difusa para a superfície. A influência da nebulosidade é observada na queda dos valores de radiação solar global (R_g) e saldo de radiação (R_n), próximo ao meio-dia. Valores instantâneos de radiação solar global superiores a 800 $W.m^{-2}$ foram registrados às 13:00 horas sob condições de céu parcialmente nublado, no dia 1o de março de 1997.

O saldo de radiação médio horário representou cerca de 64% da radiação solar global incidente no manguezal natural. Durante a noite o termo dominante do balanço de radiação é o balanço de radiação de ondas longas, daí, os valores negativos do saldo de radiação até ao amanhecer.

Figura 01 – Variação horária da radiação solar global e saldo de radiação no dia 01 de março de 1997



Temperatura do ar e umidade relativa

A temperatura é um fator importante na contabilização do balanço de energia no interior dos manguezais, influenciando diretamente na evapotranspiração e demais fluxos energéticos.

A razão limite das temperaturas é essencial na manutenção do desenvolvimento dos espécimes de mangue, garantindo suas funções por um metabolismo de altas taxas de produtividade permitida pela insolação e balanço de calor local.

Os manguezais mantêm temperaturas bastante diferenciadas dos ambientes periféricos. Por comparações realizadas simultaneamente, da variação diária da temperatura do ar em manguezal natural, manguezal degradado e área urbana, foram constatadas temperaturas mais amenas nos espaços ocupados por mangues durante o período diurno, cuja temperatura média no manguezal natural foi sempre inferior àquelas observadas no manguezal degradado e área urbana, durante duas campanhas experimentais do projeto EMMA. Já no período noturno, a temperatura média no manguezal natural superou os valores observados nas outras áreas. Evidentemente que estas diferenças estão associadas à eficiência na atenuação da radiação solar incidente ao penetrar no interior do manguezal natural, devido à cobertura vegetal. Sendo os bosques de mangue mais frios que o manguezal degradado, a emissão de radiação térmica tende a ser menor e no produto final resulta, em mais energia radiativa disponível no manguezal natural para evaporação e aquecimento da atmosfera. Isso também significa mais energia para alimentar os sistemas atmosféricos. O manguezal degradado obviamente tende a se aquecer mais em fun-

ção do descampado e da presença de alguns troncos apodrecidos e arbustos em fase de regeneração.

Tabela 02 – Temperaturas médias diárias, diurnas, noturnas, máximas, mínimas e amplitudes térmicas do ar, durante duas campanhas experimentais

	15 a 17/10/96			13 a 17/05/97		
Temp. (°C)	Mang. Natur.	Mang. Degra.	Área Urbana	Mang. Natur.	Mang. Degra.	Área Urbana
Temp. Diária	27,3	27,7	27,9	26,7	26,9	26,8
*Temp. Diurna	28,5	29,6	30,4	28,3	29,1	29,2
**Temp. Noturna	26,0	25,8	25,4	25,0	24,7	24,4
Temp. Máxima	30,0	31,0	32,8	30,0	31,2	31,6
Temp. Mínima	24,8	24,0	24,2	24,8	23,4	23,2
Amplit. Diária	5,2	7,0	8,6	5,2	7,8	8,4

*7 às 18 h

**19 às 6 h

É evidente a importância das pesquisas meteorológicas para os ecossistemas de manguezais, pois, todo metabolismo das espécies de mangue é dependente de um balanço térmico extremamente diverso daquele encontrado para a área de manguezal degradado e área urbana.

Pode-se afirmar que os manguezais em sua funcionalidade capacitam o ambiente em termos de absorção das radiações, especialmente do espectro infravermelho, o que fica mais evidenciado no período noturno, quando os manguezais mantêm temperaturas mais elevadas que nos demais ambientes estudados. Tais absorções de energia, por certo devem caracterizar também diferentes albedos. Assim, os bosques de mangues têm a capacidade de reter mais as perdas radiativas em ondas longas, devido, principalmente, à emissão de energia que fica armazenada na biomassa e à concentração de vapor d'água abaixo do dossel, ao passo que no manguezal degradado e área urbana, ocorre, geralmente, maior perda radiativa, cuja quantidade pode ser amenizada em noites com presença de boa cobertura de nuvens.

A queda acentuada da temperatura do ar, verificada na área degradada do manguezal e principalmente na área urbana no período noturno, contrastando com valores mais elevados no manguezal natural, no período diurno, nos permite sugerir

que a degradação dos manguezais pode elevar a amplitude térmica.

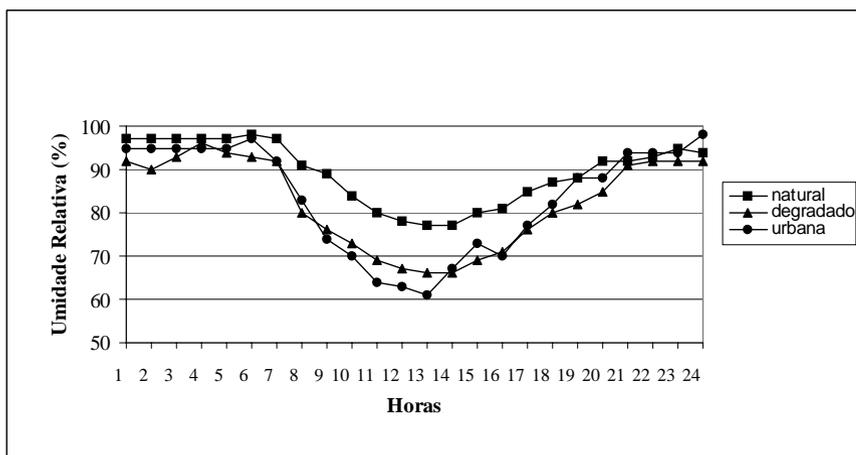
O resfriamento noturno, devido às rápidas perdas radiativas no ambiente urbano e manguezal degradado, também condicionou os valores elevados de umidade relativa nestes locais, apenas nos horários da madrugada. Durante o período diurno e boa parte da noite, a umidade relativa mais elevada no manguezal natural, caracteriza este ambiente como satisfatoriamente úmido e aquecido durante a noite. O manguezal natural também é mais úmido e menos aquecido durante o dia, em comparação com as outras áreas.

A umidade relativa é de grande relevância não apenas no meio físico, mas também no meio biológico, em especial nas atividades humanas. Geralmente os climas com excesso de umidade predispõem o organismo dos seres humanos ao desconforto e certas doenças específicas, como doenças pulmonares.

A proliferação de fungos é bastante frequente em ambientes com excessiva umidade do ar. Por outro lado, a umidade baixa também provoca diversos problemas respiratórios nos seres humanos. Vale ressaltar que todo material biológico tem característica com a umidade relativa.

A variação da umidade relativa nas três áreas experimentais apresentou uma periodicidade semelhante à da temperatura do ar, com uma defasagem de praticamente 180o, ou seja, os máximos valores de temperatura coincidem com os mínimos valores de umidade relativa.

Figura 02 – Variação horária da umidade relativa do ar no período de 13 a 17 de maio de 1997



Muitas vezes no período noturno, devido à redução na velocidade do vento e temperatura do ar, o ar tornou-se saturado nas três áreas experimentais, propiciando a formação de nevoeiro e depósito de orvalho, os quais desapareceram logo após o nascer do sol, com a elevação da temperatura do ar.

Precipitação pluvial

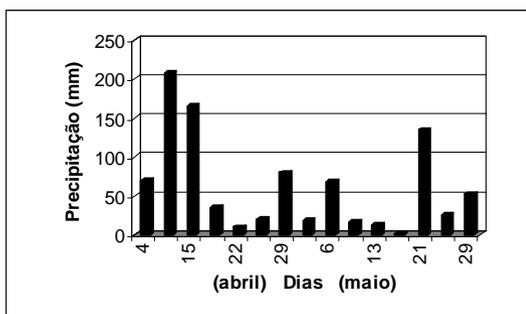
As chuvas regionais exercem uma influência importante na dissolução dos sais marinhos, baixando o seu conteúdo acumulado no substrato, que em caso contrário, impõem, em secas pronunciadas por longos períodos, um processo de concentração do sal, afetando a estabilidade do lençol freático. Tais condicionantes podem conduzir o ecossistema de manguezais à condições adversas de sobrevivência.

Dados de precipitação pluviométrica foram obtidos na estação meteorológica instalada no topo da torre micrometeorológica no manguezal natural durante 59 dias consecutivos entre os meses de abril e maio de 1997. As chuvas foram bastante elevadas neste período com total pluviométrico de 930,14 mm.

A precipitação é sensivelmente uma das principais componentes do balanço hídrico, cuja quantidade que atinge a superfície terrestre é bastante influenciada pela natureza e densidade da cobertura vegetal, devido à capacidade desta em reter e armazenar temporariamente uma certa quantidade da precipitação incidente.

A exuberância no porte das árvores nos bosques de mangues das zonas equatoriais, tem relação com o regime de precipitação, pois, apesar da alta pluviosidade, as precipitações apresentam uma certa regularidade em sua distribuição, associada às altas temperaturas durante o ano todo. Isto tudo contribui com a grande diversidade de espécies, densidade e alturas elevadas.

Figura 03 – Totais de precipitação no manguezal natural entre os meses de abril e maio de 1997 (estação chuvosa)



CONCLUSÃO

Através dos resultados apresentados aqui, ficou bastante evidente certas alterações nos padrões meteorológicos observados nas três áreas experimentais distintas. É claro que por tratar-se de resultados preliminares, é necessário a constatação de tais evidências, com o aprimoramento das campanhas experimentais futuras.

Inicialmente as temperaturas são mais elevadas no manguezal degradado e sítio urbano. A umidade relativa do ar foi superior no período diurno no manguezal natural, com a característica micrometeorológica neste local, sobretudo com temperaturas mais amenas e ar mais úmido que o sítio urbano e manguezal degradado.

Obviamente que os desmatamentos deixam os solos descobertos, as enxurradas devido às chuvas causam uma perda da camada superior do solo, com a conseqüente lixiviação dos nutrientes e do acúmulo de sal. Assim, solos desmatados tendem a tornar-se compactados e pobres em termos de nutrientes, também baixando a salinização intersticial.

A síntese de impacto ambiental do desmatamento, fundamenta-se na imposição de riscos de extinção da flora e fauna, e também na ameaça ao regime hídrico da região. A continuidade dos experimentos na área de estudo, naturalmente conduzirão a resultados mais conclusivos sobre os efeitos impactantes decorrentes do desmatamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUTSAERT, W.; SUGITA, M. A bulk similarity approach in the atmospheric boundary-layer using radiometric skin temperature to determine regional surface fluxes. *Boundary-Layer Meteorology*, 55 (1-2):1-23, Apr. 1991.
- CHAPMAN, V.J. 1977. *Ecosystems of the world: wet coastal ecosystems*. New York, Elsevier. 428p.
- COSTA, J.P.R.; MORAES, J.C.; ROCHA, E.J.P. *Estimativa da interceptação em floresta tropical úmida amazônica*. Anais do IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, vol. I, 1995. Pp. 170-172.
- HERZ, R. *Manguezais do Brasil*. São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, CIRM, 1988.
- HERZ, R. 1988. Distribuição dos padrões espectrais associados à estrutura física dos manguezais de um sistema costeiro subtropical. *Tese de Livre Docência*. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 378p.

- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normais Climatológicas (1961-1990)*, Brasília, 1992. 84 p.
- MITSCHE, W.J.; GOSSELINK, J.G. *Wetlands*. 2.ed. USA, Van Nostrand Reinhold, 1993.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G. *Mangroves as an integrated ecosystem*: In: *A Global Network of Mangrove Genetic Resource Centres*, M. S. Swaminathan Resource Foundation, Madras, 1991, Índia. 132p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezal – ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo, Caribbean Ecological Research. 1995.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; COELHO Jr, C.; CASTRO, P.M.G.; SOUTO, M.A. Manguezal como indicador biológico para mudanças globais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7. FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1., Curitiba, 1988. *Anais*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geografia, 1997. p.319-25.
- SILVA, J.F. 1991. Ensaio sobre o balanço de radiação no ambiente costeiro: Sistema Estuarino-Lagunar Cananéia-Iguape. *Tese de doutorado*. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. 139p.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, London, n.38, p.55-94, 1948.

Recebido em: 06/98

Aceito em: 09/98