



MICROCLIMAS EM FORTALEZA SOB O ENFOQUE DA ANÁLISE RÍTMICA EPISÓDICA

Marcelo Oliveira Moura
Universidade Federal da Paraíba

RESUMO

Neste estudo verificou-se o comportamento microclimático em duas áreas de natureza urbana e geoecológica distintas em Fortaleza, Ceará (Lagoa da Sapiranga e Centro/Praça José de Alencar) sob a forma de episódios sazonais correspondentes ao período de dezembro/2004 a novembro/2005. Foram realizados dez experimentos em perfis diurnos de 12 e 24 horas com mensurações horárias e simultâneas numa escala linear. Os resultados revelaram que não há diferenças significativas entre os perfis térmicos das áreas investigadas, no entanto há uma frequência das anomalias térmicas positivas ocorrerem com maior intensidade para a área de menor urbanização, isto é, para área da Lagoa da Sapiranga, nos primeiros registros dos episódios. Tal situação se deve, provavelmente, as condições de natureza física ambiental da área de estudo (batimetria da lagoa e solos escuros e úmidos de mangue), apesar disso as taxas de velocidade dos ventos foram mais intensas neste setor da pesquisa. Não obstante, a intensidade dos ventos não foi suficiente para garantir índices de neutralidade térmica ao conforto nas áreas da pesquisa, sobretudo para os episódios representativos da sazonalidade de verão e outono.

Palavras-chave: Microclimas, Conforto Térmico, Análise Rítmica Episódica, Fortaleza.

ABSTRACT

This study verified the microclimatic behavior of two distinct areas as regards urban and geoecological nature in Fortaleza, Ceará (Sapiranga Lagoon and Downtown/ Jose de Alencar Square). These were assessed in the form of seasonal episodes corresponding to the period between December/2004 and November/2005. Ten experiments were performed according to two-shift profiles of 12 and 24 hours with hourly and simultaneous measurements in a linear scale. The findings revealed no significant differences between thermal profiles in the investigated locations. Nevertheless, positive thermal anomalies were frequent to occur with higher intensity in the area of lower urbanization, i. e. Sapiranga lagoon, as in the first episodes records. Such situation is likely to happen due to conditions of physical-environmental nature of the study area (lagoon batimetry

and dark and moist exposed soils). In spite of that, wind speed rates were more intense in this research sector. Notwithstanding, the intensity of this meteorological variable was not sufficient to guarantee rates of thermal neutrality to comfort in the areas of research, especially for the representative episodes of summer and autumn seasonality.

Key-words: Microclimates, Thermal Comfort, Episodic Rhythmic Analysis, Fortaleza.

INTRODUÇÃO

O estudo do clima urbano na perspectiva do conforto térmico se constitui como campo de saber importante à gestão das cidades, por conta da possibilidade de revelar informações que auxiliem ao planejamento urbano, incluindo o setor da saúde. Contudo, os gestores públicos pouco consideram as questões de ordem climática no planejamento das cidades, principalmente aquelas localizadas nas regiões tropicais.

Em muitas cidades os ambientes externos podem não favorecer a minimização do calor ou frio, condição que contribui para situações de desconforto térmico para a população que circula a pé, para trabalhadores ambulantes, entregadores e operários da construção civil ou daqueles que utilizam, por exemplo, equipamentos urbanos como praças, pontos de ônibus ou terminais abertos de transporte coletivo.

São nos espaços urbanos, em especial nas médias cidades e metrópoles localizadas nos países não desenvolvidos, que se manifesta de modo mais grave os problemas e os riscos ambientais, entre eles os de ordem climática. Mendonça (2010) coloca que os problemas socioambientais urbanos relativos ao campo térmico, estão relacionados, em muitas vezes, às próprias características dos climas tropicais quentes e úmidos, sendo intensificados em decorrência da urbanização-industrialização corporativa que se desenvolveu nos países tropicais.

A metrópole de Fortaleza, localizada no setor central da zona litorânea do Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, apresenta sérios problemas socioambientais em diferentes escalas e gravidades, os quais se configuram de forma seletiva e desigual no espaço urbano promovendo vulnerabilidades acentuadas (COSTA, 2005; SOUZA, 2006). Dos problemas socioambientais presentes em Fortaleza incluem aqueles de ordem climática, como os eventos extremos de chuva/inundações urbanas e as ilhas de calor/desconforto térmico (XAVIER, 1996, 2001; SANTANA, 1997, 2003; MALVEIRA, 2003; ZANELLA e MELLO, 2006).

A carência de trabalhos na análise das variáveis microclimáticas a nível horário, diário e sazonal em Fortaleza justifica a realização desta pesquisa que busca definir as condições microclimáticas, numa comparação linear, em duas áreas distintamente diferenciadas quanto seus aspectos geoecológicos e de natureza urbana (Lagoa da Sapiranga e Centro/Praça José de Alencar- Figura 1) buscando

assim, informações sobre a intensidade dos contrastes higratérmicos e anemométricos na perspectiva do conforto térmico.

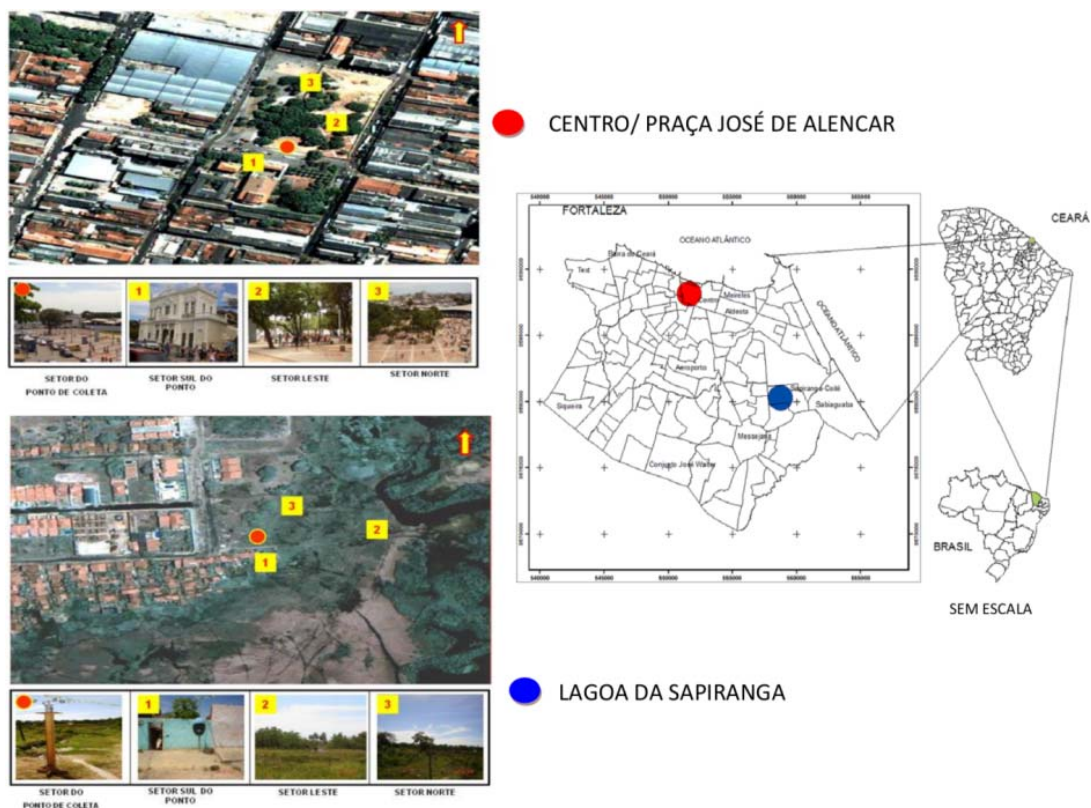


Figura 1 - Localização das áreas amostrais da pesquisa.

TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

A perspectiva teórica e metodológica adotada neste estudo fundamenta-se nas ideias de Monteiro (1969, 1971), o qual trilhou uma linha de pesquisa no país com a noção de Ritmo Climático, paradigma que contrapõe os tratamentos climatológicos através dos métodos separativos. Posteriormente o autor colaborou com o desenvolvimento de trabalhos relativos ao ambiente climático urbano (MONTEIRO, 1976, 1990, 2003) onde consolidou uma verdadeira escola de climatologia urbana no Brasil. Monteiro (1971) define o Ritmo Climático como sendo “o encadeamento sucessivo e contínuo dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno dos mesmos estados e propõe uma técnica de investigação denominada de Análise Rítmica”.

A Análise Rítmica é a metodologia geográfica da análise climática, ou seja, é o subsídio metodológico e técnico na investigação geográfica dos tipos de tempo em sua sucessão habitual e extrema, condição que configura o Ritmo Climático. Monteiro (1971, 1976) apresenta um roteiro dos procedimentos adotados na

Análise Rítmica, dos quais se destacam: 1) emprego de escala temporal de no mínimo diária na análise dos elementos fundamentais do clima; 2) escolha de períodos “padrão” (anual, estacional, mensal ou episódico), que expressem um quadro dinâmico das situações concretas; 3) utilização de cartas sinóticas e imagens de satélites como subsídio a identificação dos tipos de tempo, possibilitando a relação entre a circulação atmosférica regional com as manifestações individualizadas localmente e 4) representação contínua e simultânea dos elementos básicos do clima e da circulação regional por meio da confecção de um gráfico.

No tocante aos procedimentos operacionais e técnicos realizou-se durante o período de dezembro de 2004 a novembro de 2005 um monitoramento composto por dez levantamentos de campo e, para esse fim instalou-se duas estações não fixas nas áreas investigadas. Dos instrumentais utilizados nos experimentos: um anemômetro mecânico portátil de conchas acoplado a um poste de madeira para sua sustentação a um 1,75m do solo; uma bússola e fita acetinada nº1 para indicação da direção do vento e um psicrômetro giratório do tipo de funda.

Foram mensuradas sete variáveis com leituras horárias e simultâneas de perfis de 12 e 24 horas, a saber: temperatura e umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, nebulosidade e índice do conforto térmico. O índice do conforto térmico foi obtido por meio da aplicação da escala Te^i (Temperatura Efetiva- Índice Te). Cabe mencionar que não foi possível o registro da tipologia das nuvens e dados de natureza urbana (fluxo de veículos e transeuntes e aplicações de questionários com a população local a fim de analisar sua percepção, tolerância e preferência térmica quanto ao ambiente externo).

Com intuito de identificar os sistemas produtores dos diferentes tipos de tempo nos dias dos episódios foram obtidas cartas de pressão ao nível do mar do Departamento de Hidrografia do Ministério da Marinha do Brasil nos horários de 12 e 00 GMT (9 e 21 horas local) e imagens dos satélites meteorológicos GOES-12 e METEOSAT-7, nos canais visível e infravermelho fornecidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC nos horários correspondentes a cada mensuração. Por fim os dados foram plotados no software *SISGARH*ⁱⁱ versão 1.0 o que resultou na geração dos gráficos, tal artifício permitiu a análise rítmica dos atributos climáticos em escala horária de cada episódio do monitoramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

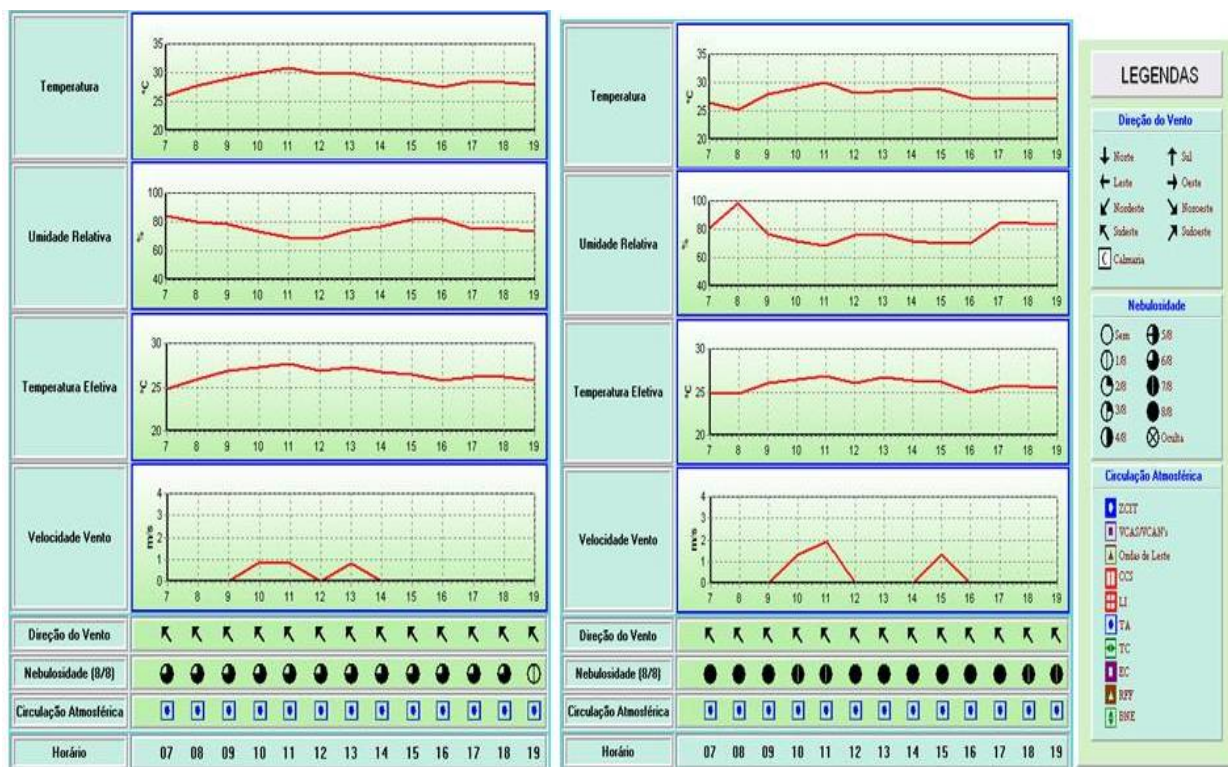
Microclimas urbanos em Fortaleza: episódios estacionais

Os resultados que serão apresentados nesta seção são referentes a análise de quatro episódios do monitoramentoⁱⁱⁱ. Os episódios são representativos da sazonalidade do ano de 2005 e serão verificados na perspectiva de indentificar a intensidade das anomalias dos atributos climáticos e sua configuração pelos condicionantes físicos e urbanos das áreas amostrais.

Episódio de verão (Experimento 2: 20/01/2005, perfil 12 horas)

A análise sinótica revelou que a Massa Equatorial Atlântica- MEA foi o sistema atuante sobre a região, o qual promoveu a partir de processos físicos em escala de grandeza inferior, altas taxas de nebulosidade e um elevado gradiente higrótérmico para área de estudo.

A Figura 2 mostra o ritmo horário dos atributos climáticos mensurados durante o experimento nas áreas da pesquisa. Observa-se um elevado gradiente térmico para os registros obtidos no ponto da Lagoa da Sapiroanga, área da pesquisa onde as anomalias térmicas positivas foram mais frequentes, sobretudo no período da manhã com valores de 2,6 °C (8h), 1,0 °C (9 e 10h) e 1,5 °C (11h), bem como nos últimos registros do episódio com anomalias de 1,5 °C (17h), 1,4 °C (18h) e 1,0 °C (19h).



A- Ponto 1- lagoa da Sapiroanga

B- Ponto 2- Centro/Pça. J. Alencar

Figura 2 - Gráfico da análise rítmica horária – Experimento 2: 20/01/2005, perfil 12 horas

Os valores de umidade relativa do ar foram mais elevados para o ponto do Centro, principalmente nos primeiros registros do episódio. Acredita-se que a variável nebulosidade foi um dos fatores limitantes para a situação higrótérmica

presente neste episódio, visto que, foi no ponto do Centro que se observou valores mais elevados da cobertura do céu com taxas de 7/8 e 8/8.

Quanto à intensidade dos ventos registrou-se, para os dois pontos de coleta, situação de calmaria em quase todas as mensurações do episódio. Nos registros de 10, 11, 13 e 15 horas foram registrados ventos de aragem e brisa ligeira, respectivamente, para área da Lagoa e do Centro. A direção do vento foi predominantemente de sudeste.

O índice Te apresentou-se mais elevado na área da Lagoa, exceto às 7h, com valor máximo de 27,7°C às 11h. A baixa intensidade dos ventos e a elevada taxa de nebulosidade associado aos valores higrotérmicos podem ter sido os elementos responsáveis pela condição de desconforto termal registrado nas áreas investigadas, em especial na área da Lagoa.

Episódio de outono (Experimento 4: 17 e 18/03/2005, perfil 24 horas)

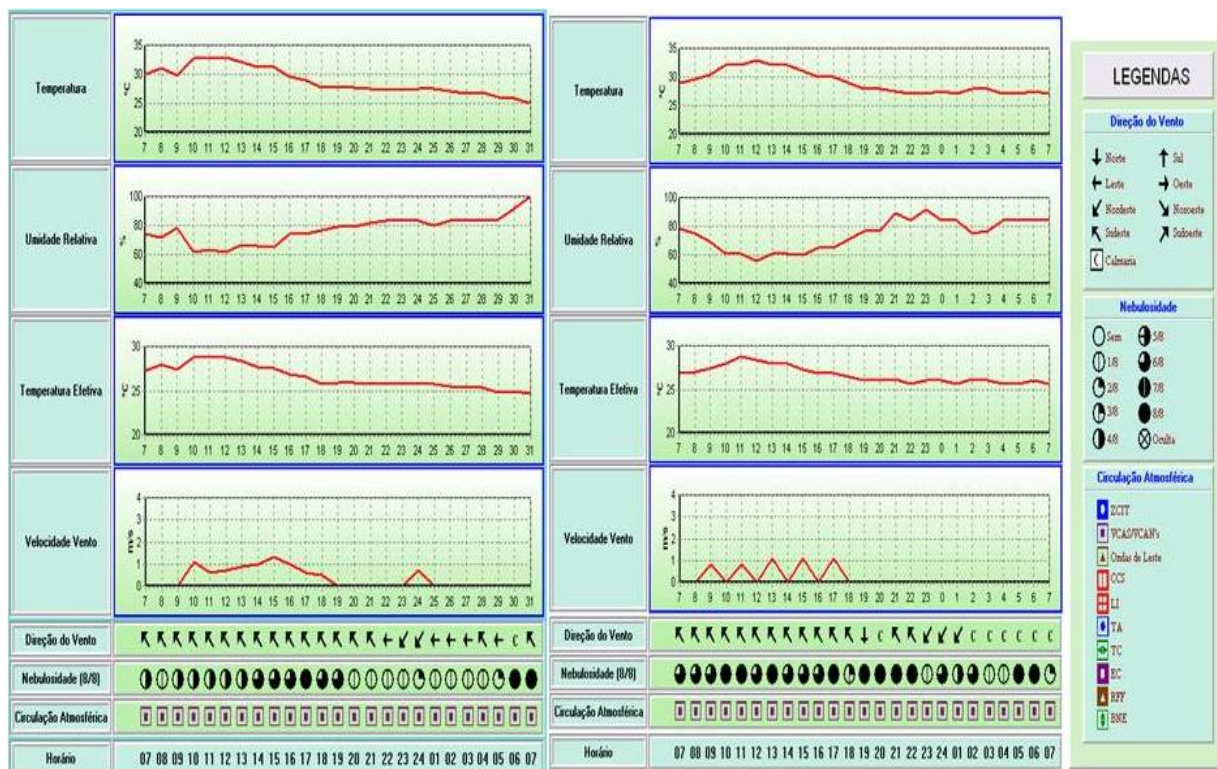
As interpretações sinóticas apontaram o desenvolvimento de nuvens sobre Fortaleza advindas de um Vórtice Ciclônico de Ar Superior – VCAS, o qual se fortaleceu e provocou chuvas fracas no período da manhã e início da tarde do dia 18/03/2005^{iv}. De forma geral, as mensurações da pesquisa comprovaram essa situação de instabilidade por meio de registros de elevadas taxas de nebulosidade advindas da borda convectiva do VCAS.

A Figura 3 mostra os valores horários dos atributos climáticos e revela que as duas primeiras mensurações do episódio apresentaram temperaturas do ar mais elevadas para o ponto da Lagoa, o que resultou em anomalias positivas de até 1,5°C às 8h. Neste horário foram registradas taxas de nebulosidade de 6/8 para o Centro e de apenas 1/8 para área da Lagoa. Já no registro de 9h a temperatura do ar foi maior no Centro e, foi por volta deste horário que se intensificou o fluxo de transeuntes e veículos neste ponto da pesquisa.

No final da tarde foram identificadas anomalias térmicas positivas de 1,1 °C (17h) e 1,2 °C (18h) para o ponto do Centro. No término da noite (21 às 00 horas) não foram identificadas anomalias térmicas significativas entre os pontos investigados. Durante a madrugada e nas primeiras horas do dia 18/03/2005 os valores de temperaturas do ar apresentaram-se maiores no ponto do Centro, e isso resultou em anomalias positivas de 1,0 °C (2 e 5 horas), 1,7 °C (6h) e 2,1 °C (7h) para este ponto do estudo. No decorrer dos horários supracitados registrou-se elevados valores de umidade relativa do ar na área da Lagoa, chegando a 100% às 7h do dia 18/03/2005 com registro de chuva no local.

A velocidade do vento se manteve com valores baixos não superiores a 1,3 m/s, condição esta de calmaria e aragem, situação habitual em Fortaleza nos meses de março e abril. Ocorreram diferenças de 1,1 m/s (10h) e 1,0 m/s (14 e 16 horas) para a área da Lagoa. Durante a noite (a partir das 19h) e por toda a madrugada e início do dia seguinte a situação foi de calmaria nos dois pontos de coleta. Quanto à direção do vento observou-se a predominância de sentido sudeste até o registro

das 18h, após essa mensuração registrou-se direção de leste e nordeste no ponto da Lagoa.



A- Ponto 1-lagoa da Sapiranga

B- Ponto 2- Centro/Pça. J. Alencar

Figura 3 - Gráfico da análise rítmica horária – Experimento 4: 17 e 18/03/2005, perfil 24 horas.

O índice T_e apresentou valores semelhantes nas duas áreas da pesquisa. Do primeiro registro até às 17h houve a necessidade de vento para a obtenção conforto térmico. Valores elevados de stress ao calor de 28,8°C foram detectados nos registros de 11 e 12 horas no ponto da Lagoa. Já a partir das 17h o ponto do Centro apresentou valores de desconforto termal superiores aos registrados na área da Lagoa. As taxas higrométricas registradas no ponto da Lagoa durante a noite, madrugada e nas primeiras horas da manhã do dia 18/03/2005 condicionaram uma situação de conforto térmico neste ponto de coleta.

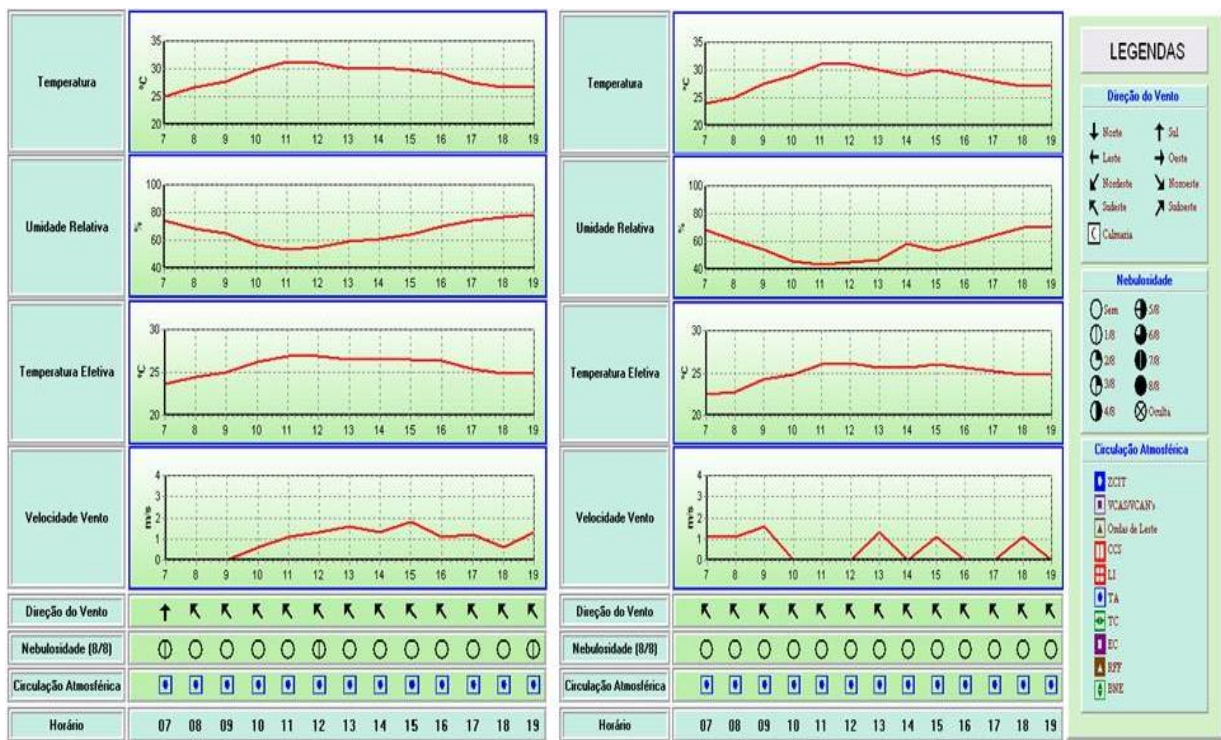
Episódio de inverno (Experimento 8: 30/07/2005, perfil 12 horas)

Neste episódio as informações das cartas de pressão ao nível do mar indicaram a atuação da MEA, a qual gerou situação de estabilidade atmosférica sobre

Fortaleza. Tal situação sinótica também foi confirmada nas imagens meteorológicas, as quais apontaram a presença de nuvens de bom tempo do tipo cumulus sobre a região.

A Figura 4 mostra o comportamento horário dos elementos climáticos obtidos no experimento. Observa-se que a temperatura do ar foi mais elevada no período da manhã no ponto da Lagoa, condição que gerou anomalias positivas de 1 °C (7h), 1,7 °C (8h) e 0,8 °C (10h) neste ponto da pesquisa. A nebulosidade foi nula para todos os registros do episódio, exceto para os horários de 7, 12 e 19 horas no ponto da Lagoa.

No período da tarde os valores da temperatura do ar também foram mais elevados para a Lagoa, o que resultou em anomalias superiores a 1,2 °C. A partir das 15 horas registrou-se no ponto do Centro anomalias térmicas positivas que não ultrapassaram 0,5 °C. Os valores de umidade do ar apresentaram-se mais elevados, em todas as mensurações do episódio, na área da Lagoa. Tal condição higrométrica gerou diferenças de até 12% de saturação do ar entre os pontos da pesquisa.



A- Ponto 1-lagoa da Sapiranga

B- Ponto 2- Centro/Pça. J. Alencar

Figura 4 - Gráfico da análise rítmica horária – Experimento 8: 30/07/2005, perfil 12 horas

A intensidade do vento foi superior no ponto do Centro nas primeiras horas do experimento (7 às 9 horas) com registros de ventos de aragem e brisa leve. Já nos registros seguintes do episódio os ventos foram mais intensos no ponto da Lagoa. Cabe mencionar que os valores de intensidade dos ventos registrados entre as 10 e 16 horas na Lagoa não foram suficientes para garantir situação de conforto térmico na área.

O Índice Te indicou valores de conforto térmico nas primeiras horas do episódio, condição esta que permaneceu até às 10h no ponto do Centro. A partir das 16h também registrou-se condição de conforto nesta área da pesquisa. Em suma os valores do Índice Te, obtidos neste episódio, revelou uma situação não encontrada nos demais experimentos do monitoramento, isto é, maior frequência de situações de conforto térmico para o ponto do Centro.

Episódio de primavera (Experimento 10: 23 e 24/11/2005, perfil 24 horas)

Com base nas informações sinóticas das cartas de pressão ao nível do mar e das imagens meteorológicas do METEOSAT-7 constatou-se a atuação da MEA sobre a costa setentrional do Nordeste. A atuação desta massa de ar gerou situação de estabilidade atmosférica sobre Fortaleza, proporcionando elevado gradiente térmico em superfície.

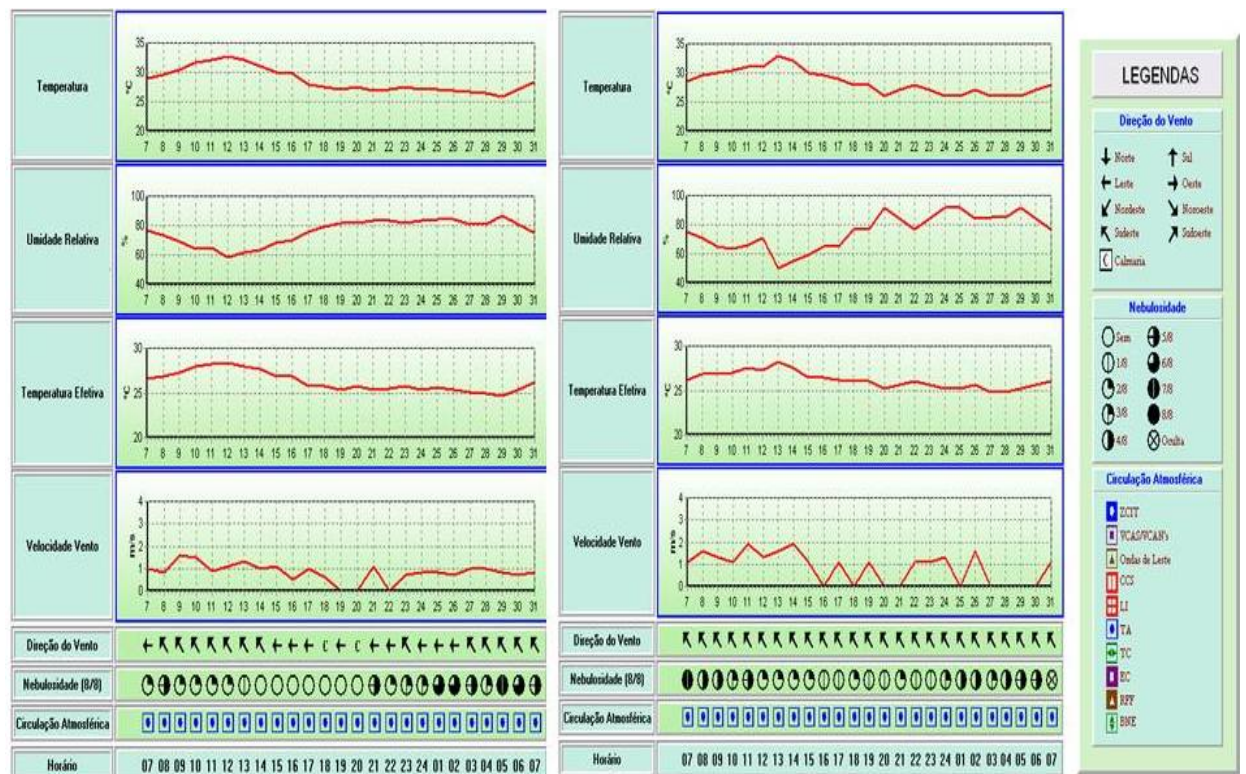
A Figura 5 mostra o ritmo horário dos atributos climáticos do episódio. Observa-se elevados valores térmicos (superiores a 30,0 °C) nos pontos amostrais da pesquisa no período da manhã. Quanto às anomalias térmicas positivas do episódio, registrou-se uma situação habitual registrada no monitoramento, ou seja, do ponto da Lagoa exibir anomalias térmicas positivas de baixa a média intensidade no período da manhã e do ponto do Centro apresentar tal comportamento nos primeiros registros noturno. Dessa maneira, nas primeiras mensurações do episódio ocorreram anomalias positivas de 1,1 °C (10h), 1,0 °C (11h) e 1,8 °C (12h) no ponto da Lagoa e as 17 e 19 horas anomalias positivas de até 1,0 °C no ponto do Centro.

As anomalias positivas registradas neste episódio não alcançaram 2,0 °C, situação também registrada no episódio de outono (Experimento 4, perfil de 24 horas). Também se constatou neste episódio, assim como em outros episódios, registros de anomalias térmicas positivas nas primeiras horas da noite no ponto do Centro, fato que torna evidente os efeitos do aquecimento do ar provocado pela massa edificada (OKE, 1987; MORENO, 1999). Durante a noite é baixo o fluxo de transeuntes e de veículos nas vias do Centro de Fortaleza devendo-se, portanto, a produção de calor sensível à liberação da energia armazenada pelas superfícies edificadas na área.

No final da noite e início da madrugada os valores da temperatura do ar passam a ser mais elevados no ponto da Lagoa. Durante os registros da madrugada e nas primeiras horas da manhã do dia 24/11/2005 a temperatura do ar pouco variou

entre os dois pontos de observação, resultando em anomalias que não ultrapassaram 0,6 °C.

Figura 5 - Gráfico da análise rítmica horária – Experimento 10: 23 e 24/11/2005, perfil 24 horas.



A- Ponto 1-lagoa da Sapiranga

B- Ponto 2- Centro/Pça. J. Alencar

Quanto aos valores higrométricos observou-se um comportamento registrado nos demais episódios do monitoramento, isto é, dos valores serem mais elevados no ponto da Lagoa, principalmente nos registros vespertinos. Todavia os maiores picos da umidade relativa do ar do episódio foram registrados no ponto do Centro com valores de 95% às 20, 00, 01 e 05 horas.

Os valores de velocidade do vento exibiram intensidades semelhantes nas áreas da pesquisa, com ventos de aragem e brisa ligeira. Destaca-se que as maiores intensidades do vento foram registradas no fim da manhã e início da tarde com velocidades de 1,9 m/s (11 e 14 horas) e 1,6 m/s (13h). No entanto tais valores não foram suficientes para garantir condição de conforto nas áreas da pesquisa, pois os maiores índices de desconforto térmico positivo do episódio foram registrados no fim da manhã e início da tarde.

Em suma por toda manhã e tarde havia a necessidade de uma maior intensificação dos ventos para a promoção do conforto térmico nas áreas investigadas. Essa situação também foi presente nos episódios 1, 3, 4 e 5 do monitoramento. Na madrugada grande parte dos registros apontava para uma situação de conforto térmico, este comportamento foi verificado também na madrugada do episódio de outono.

SÍNTESE DOS EXPERIMENTOS SOB O ENFOQUE DO CAMPO TÉRMICO

A análise sinótica revelou que a MEA foi o sistema de circulação atmosférica regional de maior atuação nos dias dos episódios, com 70% de participação, já o VCAS participou com 20% e a ZCIT com 10%^v. No verão, estação referente aos experimentos 1 (16/12/2004), 2 (20/01/2005) e 3 (22/02/2005) houve a participação do VCAS e da MEA, os quais promoveram situação de estabilidade atmosférica, sendo que o primeiro sistema apresentou seu centro de alta pressão sobre Fortaleza e não sua periferia convectiva no dia 16/12/2004 promovendo, portanto condições estáveis de tempo.

No outono representado pelos experimentos 4 (17 e 18/03/2005), 5 (22/04/2005) e 6 (25/05/2005) houve participação do VCAS, ZCIT e da MEA, de modo respectivo. O VCAS, desta vez exibiu sua borda convectiva sobre a região de Fortaleza, provocando elevadas taxas de nebulosidade nos dias do experimento 4 (17 e 18/03/2005). A ZCIT também contribuiu com condições de instabilidade atmosférica durante a realização do experimento 5 (22/04/2005).

Nos experimentos 7 (28/06/2005), 8 (30/07/2005) e 9 (30/08/2005) correspondentes ao período sazonal do inverno e no experimento 10 (23 e 24/11/2005) representativo da sazonalidade da primavera houve a participação exclusiva da MEA.

De forma geral as variáveis climáticas obtidas pela pesquisa refletiram as condições da circulação atmosférica regional, sobretudo as advindas da MEA que proporcionou, para quase todos os experimentos, céu limpo e condições de elevadas temperaturas em superfície.

Foram nos episódios de verão e outono que se registrou os maiores índices de desconforto térmico da pesquisa. Tais registros correspondem a 33,1% das mensurações totais do monitoramento e 58% do valor da velocidade do vento foi de calma para estes registros. Em síntese detectou-se uma tendência a condição de desconforto térmico entre as 9 e 16 horas acompanhando, desse modo, o gradiente térmico elevado desses horários durante a realização dos experimentos.

Quanto ao campo térmico sob a perspectiva das anomalias positivas geradas nos dois pontos de observação detectou-se valores de até 3,3 °C, estando essa anomalia próxima dos valores encontrados em outros trabalhos de clima urbano em Fortaleza (MOURA, 2007), bem como em outras cidades do Brasil (SANT'ANNA NETO, 2002).

As anomalias térmicas positivas foram mais frequentes na área da Lagoa, quase sempre no período da manhã, onde foram registrados os maiores valores nos experimentos representativos do verão e do outono, período chuvoso na região. No ponto do Centro houve uma tendência dos registros exibirem valores elevados entre 17 e 19 horas, mas não superiores a aqueles encontrados pela manhã no ponto da Lagoa. Sobre esse fato, levantam-se as seguintes hipóteses:

- 1) As baixas cotas batimétricas da lagoa da Sapiranga^{vi} com maior valor de 1,1 m (MOURA et al, 2005) podem ter limitado o efeito de regulador térmico comum aos corpos hídricos. Sobre este aspecto Geiger (1990) expressa:

Há justamente condições microclimáticas especiais em que com frequência a convecção na água fica fortemente diminuída. Em pequenas massas de água verifica-se talvez uma forte convecção, mas a quantidade de água é demasiadamente pequena para poder desempenhar o papel de volante térmico. (GEIGER 1990, p. 190).

Assim, acredita-se que devido à baixa profundidade da Lagoa ocorra uma transferência de calor por convecção mais acelerada, diminuindo o tempo de aquecimento da água, que logo excede sua capacidade térmica ainda no período da manhã;

- 2) As características ambientais presentes na área da Lagoa: superfícies e materiais de alta absorção, como o terreno ermo úmido de cores cinzas e escuras (características presentes na zona de confluência da lagoa da Sapiranga com o riacho Coaçu, setor que recebe influência da oscilação das marés, resultando em um substrato de lama exposto, além dos solos escuros e úmidos do mangue desse riacho);
- 3) As características da área no entorno do ponto do Centro: pavimentação em pedra portuguesa clara e arborização presente na praça, além de um corredor de vento, canalizado pelos edifícios do Teatro José de Alencar e do Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (INPHAN), formam um conjunto de fatores que favorecem a amenização da temperatura do ar local;
- 4) Outra hipótese a ser considerada se refere à calibragem e manuseio dos instrumentos utilizados na coleta.

CONCLUSÃO

A grande surpresa da pesquisa foi a não constatação de valores elevados de anomalias térmicas positivas entre as duas áreas da pesquisa, já que se tratava de ambientes urbanos e geocológicos bastante diferenciados. Este fato revela que muito ainda deve ser investigado a nível microescalar nos ambientes urbanos de natureza costeira, em especial nas cidades tropicais de baixa latitude.

Um questionamento deve ser considerado como fio condutor as novas investigações nos estudos de microclima urbano: ambientes litorâneos inseridos na malha urbana, por exemplo, estuários, campos de dunas, lagoas e lagunas de particularidades naturais específicas (baixa profundidade, regime hídrico condicionado pelas oscilações das marés, águas com altos valores de salinidade e condutividade, salinidade presente na estrutura vegetacional, como ocorre em algumas espécies de mangue e presença de solos com cores escuras e cinzas, quase sempre expostos) podem influenciar no comportamento microclimático desta área, exibindo anomalias térmicas positivas quando comparados com outros setores da mais urbanizados da cidade?

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: DIFEL, 1996.332p.

COSTA, M. C. L. Fortaleza: expansão urbana e organização do espaço. p. 51-100. In: **Ceará: um novo olhar geográfico**. SILVA, J.B; DANTAS, E.V.(Orgs). Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005. 480p.

CEARÁ. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará-FUNCEME. **Boletim clima alerta novembro de 2005**. Disponível em <<http://www.funceme.com.br>>. Acesso em 20 julho 2006.

GEIGER, Rudolf. **Manual de microclimatologia: a camada do ar junto ao solo**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990. 556p.

MALVEIRA, E. C. H. **Estudo de Mudanças Climáticas num ambiente urbano: Evolução da Ilha de Calor na Região Metropolitana de Fortaleza**. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: Programa de Pós-Graduação em Geografia/UECE, 2003. 191p.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos- a contingência climática. **Mercator**. Fortaleza, Revista de Geografia da UFC volume 9, número especial (1),153 -163p, 2010: dez

MONTEIRO, C. A. F. A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempos no Brasil.) **Série Teses e Monografias**, nº1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1969.

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série Climatologia**, nº1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. **Série Teses e Monografias**, nº25. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista GEOSUL**, vol. 9, Florianópolis, p.61-79, 1990.

MONTEIRO, C. A. F. M. Teoria e Clima Urbano: um projeto e seus caminhos. p. 9-67. In: **Clima Urbano**. MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F.(Orgs). São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MORENO, G. M. C. Climatología urbana. **Textos Docents**, 160 Text-guia. Barcelona: Edicions da Universitat de Borcelona, 1999. 71p.

MOURA, M.O et al. Os ambientes lênticos em Fortaleza-CE: análise da evolução dos parâmetros limníticos e os aspectos socioambientais do complexo hídrico Sapiranga-Coité. **Anais do 57ª Reunião Anual da SBPC**. Fortaleza: UECE, 2005. CD-ROM

MOURA, M. O. **Microclimas urbanos em Fortaleza: ritmos episódicos em duas áreas representativas da cidade**. (Monografia de Graduação). Fortaleza: Departamento de Geografia/UFC, 2006. 168p.

MOURA, M. O. Os estudos de clima urbano na cidade de Fortaleza- CE. In: **IX Workshop Internacional de Avaliação Climática para o Semi-Árido Nordeste/ II Encontro Internacional de Estudos Climáticos Aplicados ao Nordeste Brasileiro**. Fortaleza/CE, 2007. CD ROM.

OKE, T.R. **Boundary Layer Climates**. 2nd ed. London: Routledge,1987.435p.

SANT'ANNA NETO, J. L.**Os Climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: UNESP, 2002. 227p.

SANTANA, A. M. S. **O desenho urbano e a climatologia em Fortaleza**. (Dissertação de Mestrado). São Paulo: Programa de Pós Graduação em Geografia- FFLCH/USP, 1997.168p.

SANTANA, A. M .S. **A forma urbana e a radiação solar incidente na criação das ambiências térmicas e seus reflexos na apropriação e uso dos espaços públicos**

externos. (Tese de Doutorado). São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Geografia- FFLCH/USP, 2002. 292p.

SOUZA, M. S. Segregação Socioespacial em Fortaleza. p.149-161. In: SILVA, J.B; DANTAS, E.W.C; ZANELLA, M.E; MEIRELES, A.J.A. (Orgs). **Litoral e Sertão:** natureza e sociedade no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. 446p.

XAVIER, T. de Ma. B.S. Alterações climáticas urbanas em Fortaleza/CE. In: Anais do **IX Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Campos do Jordão: SBMET, 1996.

XAVIER, T. de Ma. B.S. **“Tempo de Chuva”**- estudos climáticos e de previsão para o Ceará e o Nordeste Setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001. 478p.

ZANELLA, M, E; MELLO, N. G. S. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. p.195-208 .In: SILVA, J.B; DANTAS, E.W.C; ZANELLA, M.E; MEIRELES, A.J.A. (Orgs). **Litoral e Sertão:** natureza e sociedade no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. 446p.

ⁱ A escala também é denominada de índice de desconforto ou índice de temperatura-umidade, é classificada como fisiológica e determina o alcance de zonas de conforto e desconforto térmico. Foi desenvolvida por Thom no final da década de 1950 (AYOADE, 1996, p. 65) sendo obtida pela equação: $T_e = 0,4 \times (T_d + T_w) + 4,8$ onde, T_d e T_w são as temperaturas do bulbo seco e do bulbo úmido medidos em °C, respectivamente. A faixa de conforto da escala está no intervalo de 18,9°C e 25,6°C, sendo que os valores abaixo de 18,9°C e acima de 25,6°C são considerados, de modo respectivo, faixas de *estresse* ao frio e ao calor. Apesar de estabelecida essa faixa de conforto, a pesquisa considerou a zona de Malhotra (AYOADE, 1996, p. 66), onde a T_e varia de 21°C a 26°C, modificação essa aplicada na Índia.

ⁱⁱ Sistema do Gráfico da Análise Rítmica Horária, software do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, desenvolvido pelo geógrafo Francisco Gessivaldo Regino Costa.

ⁱⁱⁱ Data dos episódios com seus respectivos perfis: VERÃO (**Experimento 1**- 16/12/2004, perfil 12 horas; **Experimento 2**- 20/01/2005, perfil 12 horas; **Experimento 3**- 22/02/2005, perfil 12 horas), OUTONO (**Experimento 4**- 17 e 18/03/2005, perfil 24 horas; **Experimento 5**- 22/04/2005, perfil 12 horas; **Experimento 6**-25/05/2005, perfil 12 horas), INVERNO (**Experimento 7**- 28/06/2005, perfil 12 horas; **Experimento 8**-30/07/2005, perfil 12 horas; **Experimento 9**-30/08/2005, perfil 12 horas); PRIMAVERA (**Experimento 10**- 23 e 24/11/2005, perfil 24 horas).

iv No último registro do experimento (7h do dia 18/03/2005) foi registrado pela estação da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) 3,60 mm de precipitação na cidade de Fortaleza.

v A baixa participação da ZCIT durante os episódios de verão e outono é explicada pelo Dipolo Positivo da TSM do Atlântico Tropical no ano de 2005, fenômeno que levou sua posição mais ao norte da linha do Equador e promoveu sua baixa atuação, em permanência e intensidade, no Nordeste Brasileiro. Por conta dessa situação, o ano de 2005 é considerado como muito seco de acordo com limites estabelecidos para a série histórica da pluviosidade de Fortaleza (CEARÁ, 2006).

vi A lagoa da Sapiranga (675.000m² de superfície d'água), uma das maiores lagoas de Fortaleza em superfície, juntamente com a lagoa do Coité formam o Complexo Lacustre Sapiranga com 709.500m² de superfície d'água. O complexo integra o sistema de macro-drenagem da sub-bacia 5 da bacia do rio Cocó no município de Fortaleza (MOURA et al, 2005).

Contato com o autor: marcelomoura@ccen.ufpb.br

Recebido em: 16/02/2014

Aprovado em: 09/04/2014