ANÁLISE DO TEMPO LOCAL DURANTE O EXPERIMENTO IPE 2: ABORDAGEM OBSERVACIONAL PRELIMINAR.

Odim Mendes Jr.[1], Margarete Oliveira Domingues[2], Chou Sin Chan[3], Regina Célia dos Santos Alvalá[2], Leonardo Deane de Abreu Sá[1], Antônio Ocimar Manzi [3] e Amaury de Souza[4]
(odim@dge.inpe.br)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, DGE[1], DCM[2], CPTEC[3], São Paulo
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul-UFMS[4], Mato Grosso do Sul

ABSTRACT

As part of a broad experiment program to study the characteristics of the weather and the climate of the central region of Brazil, micrometeorological experiments are done in the South Matogrosso Pantanal, in a representative site near Miranda, MS, at 19º 57,729'S 57º 01,861W. A sky imagery methodology from the surface was applied, from September 14 to 23 in 1999, during the second Interdisciplinary Pantanal Experiment campaign (IPE 2). The purpose of this methodology improvement is twofold: (a) it helps the meteorological data analysis collected during scientific campaings and (b) it provides complementary imagery information required in quantitative investigations of atmospheric electrical features.

INTRODUÇÃO

Caracterizando uma efetiva cooperação científica, aos trabalhos já amplos do *Projeto Estudo da Camada Limite Superficial do Pantanal Matogrossense*, 19º 57,729'S 57º 01,861'W, Miranda, MS, coordenado pelo Dr. Manzi do CPTEC/INPE, acrescentou-se durante o experimento IPE 2 um trabalho de documentação visual do estado do céu. Essa pesquisa de documentação visual foi motivada pelo *Projeto Via-Lux: uma análise observacional e modelagem numérica dos relâmpagos*, coordenado pelo Dr. Mendes Jr. da DGE/INPE. A investigação da natureza elétrica da atmosfera por meio da observação das descargas elétricas atmosféricas precisa subsidiariamente para sua melhor caracterização de análises do estado do céu. Assim, para mútuo benefício, aproveitamento logístico e de otimização de recursos dos financiamentos científicos envolvidos, produziu-se um entrosamento parcial dos 2 projetos.

Este trabalho faz a análise do tempo local durante o experimento IPE 2, em uma abordagem observacional preliminar. O objetivo básico dessa coleta de dados foi aplicar uma metodologia de documentação visual do estado do céu e da evolução deste, registrando seus traçadores naturais (nebulosidade, visibilidade, plumas, relâmpagos e outros meteoros). Essa pesquisa consistiu da criação e integração de uma infra-estrutura experimental de pesquisa utilizando filmagens convencionais; do desenvolvimento da metodologia para realização das próprias filmagens; do desenvolvimento de técnicas de tratamento e análise dos dados observacionais; e da integração dos resultados obtidos com outros dados disponíveis do experimento.

Uma consequência prática desse trabalho é a disseminação de uma metodologia de documentação visual do estado do céu para auxílio de análises gerais de medidas atmosféricas. Ressalta-se a importância desse tipo de documentação, pois preserva a memória do tempo local em detalhes. A utilização dessa memória efetiva ganha ainda mais significação com a possibilidade de se adotar nas análises de dados gerais (Curtis e Maurer, 2000) ferramentas matemáticas e computacionais mais recentes. Todo aumento de poder para extrair significado dos dados processados dependerá da completeza e autoconsistência da base de dados coletada. Evidencia-se assim o aspecto inovador e complementar dessa documentação visual.

METODOLOGIA E DADOS

O experimento de documentação visual definido no Projeto Via-Lux é sofisticado, constituindo-se de vários recursos materiais e procedimentos técno-científicos. A atividade desenvolvida dentro dessa campanha experimental, nesta etapa, preocupou-se essencialmente em aplicar e avaliar uma metodologia para análise do estado do céu. Para esse propósito, escolheu-se e utilizou-se de uma filmadora convencional portátil de maior qualidade técnica (Handycam Sony, CCD-TRV65H18, zoom óptico 18X, tela de cristal líquido colorido) para

obter imagens panorâmicas e também em detalhes do estado do céu. Diferentemente das outras filmadoras comerciais, esse modelo dispõe de recursos de visão noturna, uma conveniente característica para observação de fenômenos de menor intensidade luminosa. Como outro recurso de obtenção de imagem, utilizou-se uma máquina fotográfica Yashica FX-3 Super 2000, com lente Yashica ML 50mm 1:1.9 C. Para aquisição digital das imagens, utilizaram-se um vídeo-cassete de ótima qualidade (Panasonic NV-L26HQ), uma placa de captura de imagens (PixelView PV-BT848P+(W/FM), padrão NTSC) e um scanner (HP Scanjet 6200C, de alta resolução óptica e não interpolada, 600x1200 pixels).

Para tratamento das imagens obtidas, selecionou-se, com base em métodos avançados de correlação de pixels, o programa de computador Ulead Cool 360, da Ulead Systems. O programa Cool 360 permite montar um painel panorâmico ou exibir dinamicamente uma imagem de 360^{o} do cenário fotografado ou filmado. Para obter melhores resultados, as imagens foram fotografadas ou filmadas com um enquadramento do cenário dentro de ângulos superspostos, a prática mostrou aconselhável um ângulo entre 15 e 30 ^{o}.

Os procedimentos experimentais de documentação visual no campo foram de tomar imagens em 3 períodos do dia: ao amanhecer, ao meio do dia e ao final da tarde. Situações especiais ou inusitadas determinavam a aquisição de outras imagens. O período para essa aquisição de imagens foi de 14 a 22 de setembro de 1999. Essas imagens procuraram caracterizar a nebulosidade, a cobertura, a visibilidade, plumas e outros meteoros.

Utilizando essa técnica de visualização do estado do céu, pode-se ter produtos disponíveis sob várias formas digitais, que processadas por essa metodologia, consomem pouco espaço de armazenamento (da ordem de kbytes). Essas formas de visualização mostram-se promissoras como recursos de fácil uso por um usuário não especializado e úteis para utilização em variados propósitos.

As medições das condições atmosféricas através de radiossondagens foram realizadas no período entre 1200 UTC 14 de setembro e 2100 UTC 23 de setembro de 1999. Foi obtido um total de 55 sondagens, com 1 perda de sonda e 3 perdas de sinal de recepção em partes da sondagens. Um saldo considerado positivo para o experimento. Havia 2 tipos de sondas, um que media vento pelo sistema GPS e a outro pelo antigo sistema omega. Como a estação utilizava o sistema GPS, não foi possível obter vento do segundo tipo. Nos horários sinóticos, 00Z, 06Z, 12Z e 18Z, foram lançados sondas completas, medindo pressão, temperatura, umidade e vento, enquanto que nos horários intermediários de 09Z, 15Z e 21Z foram utilizadas sondas medindo somente pressão, temperatura e umidade. Medições mais intensivas ocorreram por três dias, entre 17 e 19, quando foram incluídas sondagens às 09Z. Os perfis das sondagens eram obtidos e tratados no local, e acompanhados através de diagramas termodinâmicos tipo SkewT-logP.

INTEGRAÇÃO DE DADOS

Por meio de uma integração preliminar dos dados, obtêm-se os resultados da análise de tempo local:

(a) Visão geral

No período inicial do experimento observacional, dia 15, ocorreu uma passagem de frente fria, com fortes ventos e chuva, causando a perda de uma das sondas. Uma outra ocasião de ventos e chuva ocorreu entre os dias 19 e 20. O restante do experimento foi caracterizado por condições de estabilidade atmosférica, como apresentado na Figura 1, em que se tem uma visão panorâmica de 360 graus do alto da torre micrometeorológica. Essa estabilidade favoreceu a ocorrência de névoa seca (Figura 2) e queimadas na região (Figura 3).

Fig. 1 - Uma visão panorâmica de 360 graus do estado do céu, visto do alto da torre micrometeorológica, no dia 18 de setembro de 1999, às 10:00h.

Por outro lado, da documentação visual local, verifica-se uma grande variação na cobertura de nuvens durante o experimento. Por exemplo, os dias 16 e 21 foram caracterizados por ~6-8/8 céu coberto com altocumulus e stratocumulus; enquanto o dia 18 por ~5/8 de cirrus e o dia 22 apresentou ~1/8 de cumulus humilis. Como a nebulosidade é um traçador natural do estado atmosférico, essas variações de nebulosidade estão associadas às diferentes trajetórias de ascenção da radiossonda (Figura 4).

Fig. 2 - Exemplo de momento com névoa seca (19 de setembro de 1999, às 8:24h).

Fig. 3 - Exemplo de plumas de queimadas na região (19 de setembro de 1999, às 9:00h).

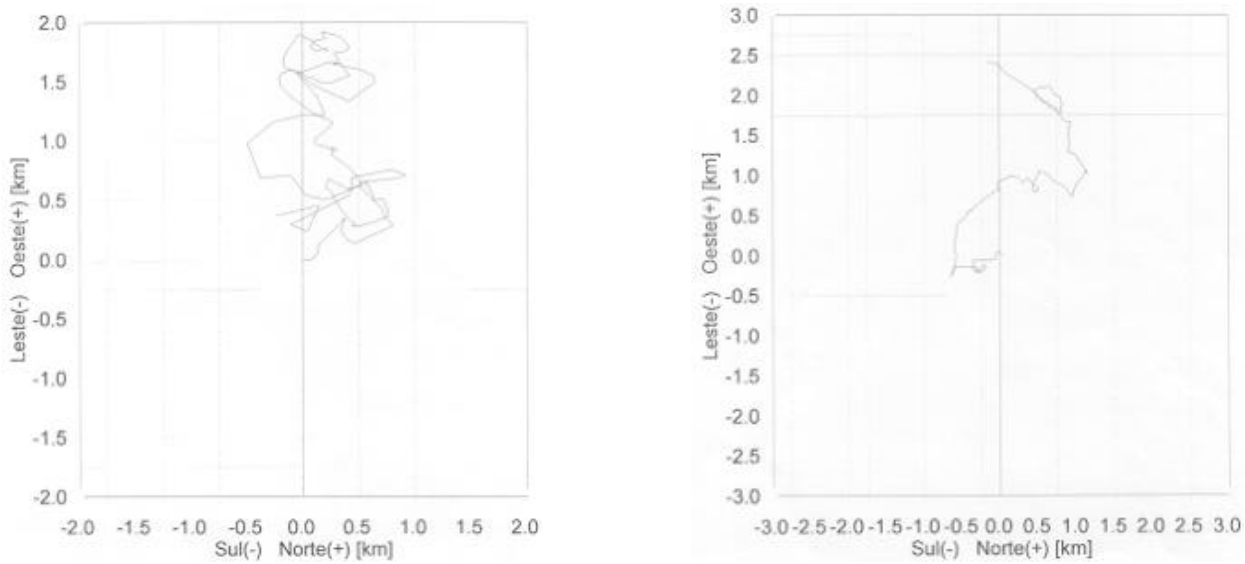

Fig. 4 – Gráfico preliminar da trajetória da radiossonda: ~8 horas, em 14 e 15 de setembro de 1999, respectivamente.

(b) Um caso para exemplo

No dia 19 de setembro, as imagens de infravermelho do satélite GOES-8 (Figura 5), correspondentes aos horários de 14 e 17 horas local, mostram como a nebulosidade profunda cobriu rapidamente a região de estudo, causando o evento de chuva. Da documentação visual local, a evolução do estado do céu nesse dia está ilustrada na Figura 6. Observa-se uma rápida alteração da nebulosidade presente durante o evento. Afortunadamente, para o Projeto Via-Lux, ocorreram relâmpagos no início da noite desse dia (outro período com relâmpago foi no dia 15 precedente). A Figura 7 documenta a ocorrência de um relâmpago na região.

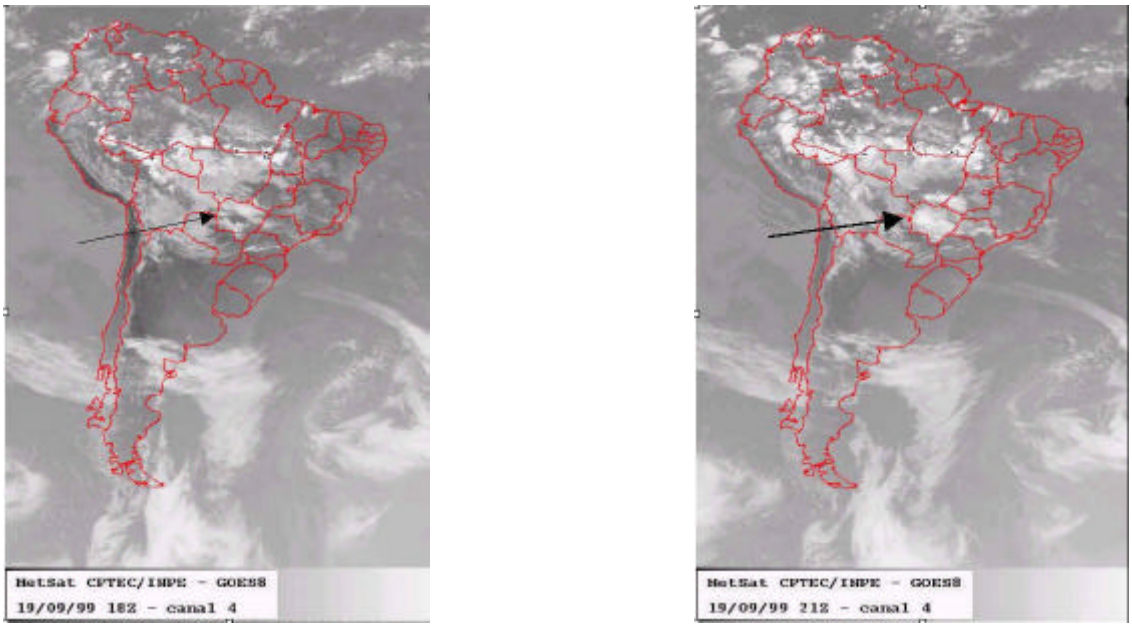

Fig. 5 - Imagens infravermelho do Satélite GOES8 do dia 19/09/1999, nos horários: (a) 14 horas e (b) 17 horas local.

Fig. 6 - A evolução do estado do céu durante a manhã e tarde do dia 19 de setembro de 1999 (07:13h, 12:17h, 16:13h e 16:40h, respectivamente).

Fig. 7 – Relâmpago intranuvem tipo “aranha” e dispersão de luminosidade no dia 19 de setembro de 1999, às 18:10h.

Na Figura 8 está apresentada a evolução temporal do perfil vertical de temperatura potencial equivalente e umidade relativa associada a esse evento. A temperatura potencial equivalente é uma grandeza física que caracteriza uma propriedade conservativa de um processo pseudo-adiabático. Uma variação positiva significativa da temperatura potencial equivalente está associada a um aumento da instabilidade atmosférica, que tem sido associada a ocorrência de atividade elétrica. Neste caso, isso foi verificado. Nota-se na Figura 8 que a temperatura potencial equivalente cresce acentuadamente a partir das 12 horas, e atinge o máximo às 14 horas, indicando o momento de maior instabilidade convectiva na atmosfera desse dia. A umidade relativa adquire o valor máximo em torno de 900 a 850 hPa no período de maior instabilidade convectiva. Ventos em altos níveis atingiram a intensidade de 30 m/s proveninentes de oeste. Após as 21 horas, a instabilidade convectiva se dissipou rapidamente. Além disso aglomerados de cúmulos profundos se desenvolveram na região central do continente neste dia.

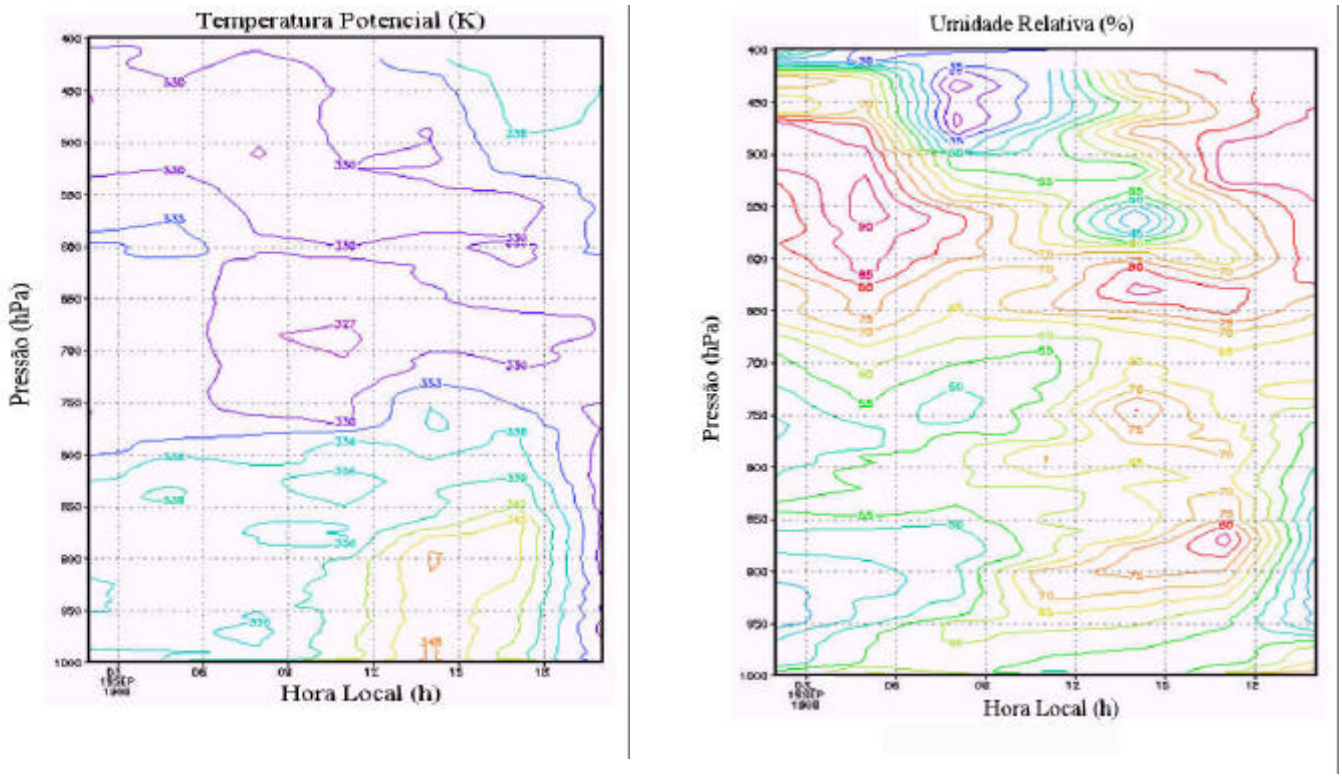

Fig. 8 – Perfil atmosférico: temperatura potencial equivalente (K) e umidade relativa (%), respectivamente, no dia 19 de setembro de 1999.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Durante o IPE 2 produziu-se uma documentação visual, que agora está sendo processada e que deverá contribuir para uma análise melhorada das medidas obtidas. Nela encontra-se informações de visibilidade, cobertura de nuvens, evolução do tempo, plumas devido à queimadas e outros meteoros. A metodologia implementada de documentação visual e de análise do estado do céu está sendo reanalisada e melhorada para aplicação mais usual em campanhas científicas ou mesmo atividades mais rotineiras de análise do estado do tempo.

As informações citadas acima estão sendo catalogadas e analisadas por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores. Preliminarmente pretende-se integrar essas informações em uma publicação digital. Assim, o trabalho ora em desenvolvimento (consoante com as diretrizes recentes para pesquisas científicas – Curtis e Maurer, 2000) constituirá parte de uma documentação do estado do tempo local durante o IPE 2. Para uma integração de informações do estado do tempo, outros dados meterológicos de escala sinótica serão utilizados juntamente com essa documentação, como por exemplo: (a) obtenção de perfis de radiossondagens e das trajetórias das rádio-sondas meteorológicas; (b) obtenção de imagens meteorológicas (GOES e NOOA); (c) dados

de mapa de tempo; (d) obtenção do mapa de descargas elétricas registradas (ainda em viabilização); e (e) Análise do estado do tempo e a relação com a atividade elétrica atmosférica.

Por último, é conveniente ressaltar, pelo significado científico, que este trabalho também é pioneiro no Brasil na documentação visual do estado do tempo associado a uma campanha micrometeorológica. Nessa oportunidade, realizaram-se também, pela primeira vez, observações de relâmpagos dentro de uma campanha intensiva de radiossondagens no Pantanal Matogrossense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bader, M. J.; Forbes, G. I.; Grant, J. R.; Lilley, R. B. E.; Waters, A. J. Images in weather forecasting. A pratical guide for interpreting satellite and radar imagery. Cambridge, Cambridge, 1995. pp. 500.

Curtis, A.; Maurer, H. Optimizing the design of Geophysical Experiments: it is worthwhile? EOS-Transaction, 81(20):224-225. Washington, AGU, 2000.

MacGorman, D. R.; Rust, W. D. *The electrical nature of storms*. New York, Oxford, 1998. pp. 422.

Mendes, O. Jr.; Domingues, M. O.; Pinto, O. Jr.; Pinto, I. R. C. A.; Saba, M. M. F.
Via-Lux Project: a quantitative imagery method for lightning event analysis. International Congress of Geophysics of Brazilian Geophysics Society, Rio de Janeiro, set. 1999. (SBGf-212).

Mendes, O. Jr.; Domingues, M. O.; Pinto, O. Jr.; Pinto, I. R. C. A.; Saba, M. M. F. *Podem as imagens amadoras de tempestades elétricas auxiliarem nas pesquisas científicas?* International Congress of Geophysics of Brazilian Geophysics Society, Rio de Janeiro, set. 1999. (SBGf-213).

Russ, J. C. *The image processing handbook*. Raleigh, North Carolina, CRC/IEEE, 1998. pp. 771.

Simpson, J. E. Sea Breeze and local winds. Cambridge, Cambridge, 1994. pp. 234.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP (Projeto Via-Lux, Proc. Nº 1998/3860-9 e Projeto IPE 2, Proc. Nº 1998/0105-5) pelo apoio financeiro recebido, a todos os que realizaram e participaram do experimento IPE 2 e em especial a UFMS pelo apoio logístico. A Dra. Alvalá agradece ao CNPq (Projeto 300441/94-0) e o Dr. Manzi agradece ao CNPq (Projeto 300393-97-0). Os autores agradecem também o incentivo crescente da sociedade brasileira (e informa um endereço de divulgação que mantém: http://www.dge.inpe.br/electr).