

# O EL NIÑO 97/98, RITMO E REPERCUSSÃO NA GÊNESE DOS CLIMAS NO MATO GROSSO (BRASIL)

Denise Maria Sette\*  
José Roberto Tarifa\*\*

## RESUMO:

Este trabalho foi baseado nos resultados da tese de doutorado de SETTE (2000), *O Holorritmo e as Interações Trópico-Extratropical na Gênese do Clima e as Paisagens do Mato Grosso (BR)*.

Dois anos hidrológicos, de setembro de 1996 a agosto de 1998, foram utilizados para analisar as anomalias e a distribuição da pluviosidade e suas relações com o evento El Niño de 1997-98. Imagens de satélite e cartas sinópticas foram interpretadas e os resultados correlacionados com o mapeamento diário, mensal, sazonal e anual da pluviosidade.

Os resultados obtidos permitem concluir que eventos muito fortes de El Niño podem mudar o padrão da circulação troposférica na região central do Continente Sul-Americano e na Amazônia Meridional. As anomalias observadas indicaram desvios negativos da ordem de 50% em relação à média de longo período, principalmente no extremo noroeste e região oriental do Mato Grosso no período de fevereiro a maio de 1998.

Por outro lado, os totais mensais de chuva, nos meses de maio e junho de 1997 indicaram desvios positivos elevados nas regiões sudoeste e sudeste do Mato Grosso.

Durante o evento de El Niño 1997-98, foram registradas temperaturas do ar extremamente altas (máximas absolutas entre 40 e 42°C) e umidade relativa muito baixa (20 a 30%) em episódios no inverno e na primavera de 1997.

## PALAVRAS-CHAVE:

Clima, holorritmo, El Niño, Mato Grosso.

## ABSTRACT:

This paper was based on the results of the Doctor (PhD) thesis of SETTE (2000) *The holorrythm and the tropical-extratropical interactions in the genesis of climate and landscape of Mato Grosso (BR)*.

Two hidrologic years, from september 1996 up to august 1998, were used to analyse the rainfall distribution and anomalies, and its relationships with the 1997-98 El Niño event. Weather synoptic charts and satellite imageries were worked out and correlated to the daily, monthly, seasonnaly, and yearly rainfall mapping.

Concluding remarks has shown that strong El Niño events, can change the circulation tropospheric pattern in the Central South American Continent even including the Southern Amazonia Equatorial forest region.

\* UFMT – Depto. de Geografia – Campus de Rondonópolis – Prof. Dra.

\*\* USP – Depto. de Geografia – Lab. de Climatologia – Prof. Dr.

Rainfall observed anomalies up to 50% of a negative reduction were recorded in the far northwestern, and eastern regions of the Mato Grosso State (BR), during 1998, february to may.

Otherwise, rainfall monthly data, of 1997 may and june, indicated a positive deviation, on meridional regions of the Mato Grosso.

During the 1997-98 El Niño event, was recorded extremely higher air temperatures (absolute maximum between 40-42° C) and very low relative moisture (20-30%) mainly in the winter, and spring episodies.

#### **KEY WORDS:**

Climate, holorrhythm, El Niño, Mato Grosso.

### **1. Introdução**

O presente artigo foi baseado nos resultados da tese de doutorado de SETTE (2000) - *O holorrítmo e as interações trópico-extratropical na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso* - cujo período de análise (set/1996 a ago/1998) abrange o desenvolvimento completo do fenômeno El Niño de 1997-98 e possibilita avaliar sua repercussão na gênese dos climas do Mato Grosso.

O ritmo nos diversos sentidos é movimento, mas ao se tratar de clima, traduz-se como dinâmica climática, que se repete em intervalos regulares (estações do ano) ou não, (em uma sucessão de eventos habituais ou anômalos - disritmias), no conjunto fluente (atmosfera) e sua interação com as outras esferas (biosfera, hidrosfera, antroposfera), a que chamamos de holorrítmo (totalidade dos ritmos). Os espaços sensíveis quanto à duração e à acentuação (espaço-lugar e espaço-tempo), agrupamento de valores, as medidas, conferindo a cada trecho (lugar ou período), a marcação de tempo própria a cada tipo de tempo (pulsção). O conjunto de atributos e controles climáticos caracteriza o clima em cada lugar, marcam o ritmo e compõe a paisagem.

O holorrítmo contempla a totalidade do ritmo global, conduz a seqüência e interage nas paisagens geográficas nas várias ordens de grandeza e o clima, por meio do ritmo, integra-se ao conjunto de relações.

MONTEIRO (1976) coloca a hierarquia das escalas climáticas, que se identificam no espaço geográfico desde o nível zonal até o local, relacionando-as com o esquema da *arborescência*, esquematizada por KOESTLER da seguinte forma: do tronco inicial da superfície terrestre (o planeta), passam a desdobrar-se os grandes galhos da organização zonal, dos quais emergem os galhos regionais, até os ramos locais. Como a divisão pode ser infinita, a hierarquia pode ser iniciada a partir do nível local (tronco unificador) para o nível meso, topo e microclimas.

Esse esquema mostra de forma clara, que o subsistema é um organismo relativamente autônomo, mas ao mesmo tempo componente de um organismo maior; é um *holon*, no termo de ARTHUR KOESTLER, no qual as propriedades independentes do todo e as propriedades dependentes das partes podem ser evidenciadas.

*"Assim como uma árvore real extrai seu alimento, tanto através das raízes como das folhas, também a energia numa árvore sistêmica flui em ambas as direções, sem que uma extremidade domine a outra, sendo que todos os níveis interagem em harmonia, interdependentes, para sustentar o funcionamento do todo"* CAPRA (1986).

Nesse aspecto, a circulação atmosférica do Continente Americano é tomada a partir do entendimento do holorrítmo, bem como das

suas partes (regiões), em cada nível existe uma interação dinâmica. Dessa forma, o Mato Grosso, foi situado no contexto da América do Sul, e a interação constante nos diversos níveis de escalas. Na abordagem sistêmica, o clima deve ser interpretado por meio da relação de seus atributos que estão compostos junto aos controles (totalidade). A paisagem é a síntese de todos os processos interativos.

No holorritmo trabalha-se basicamente quatro níveis de interações, representados pelas seguintes unidades: nível de superfície – expresso por meio de documentação qualitativa e quantitativa, resultado do trabalho de campo, contido em uma escala micro, em função da cobertura do solo (uso da paisagem); nível local – unidade de relevo – características locais (escala topo, local ou meso); nível regional – gênese climática (sistemas atmosféricos), que por meio do ritmo integra as paisagens; nível zonal – padrões gerais de circulação – mudanças globais (El Niño, La Niña).

A extensão territorial do Estado do Mato Grosso (MT), localizado na porção central da América do Sul, entre as latitudes de 8° a 19° LS e de 51° a 62° LW, lhe impõe certas características específicas dos climas continentais das latitudes intertropicais da América do Sul. Uma das principais propriedades climatológicas dessa realidade é estar justamente situado em uma área de transição entre os climas tropicais continentais, compostos com cerrado, e os climas equatoriais continentais, integrados com a Floresta Amazônica.

Da mesma maneira, a localização continental, distante entre 1.400 a 2.000 km do Oceano Atlântico, lhe confere padrões climáticos sazonais com alternância em uma estação úmida (novembro a abril), e uma estação seca (de maio a setembro). A grande extensão latitudinal (8° a 18° LS) altera essa distribuição sazonal, fazendo com que a estação chuvosa no extremo meridional, geralmente, se inicie com um a dois meses de antecedência (setembro-outubro), enquanto no extremo norte ocorre um

atraso (novembro e dezembro). Por outro lado, o início da estação seca é da mesma maneira antecipado no sul (março-abril); enquanto no extremo norte, o verão amazônico só se inicia em maio-junho.

Essas características territoriais fazem com que, de modo geral, persista na estação chuvosa um esquema de circulação atmosférica de superfície, associado às baixas pressões do Continente Sul Americano. Por outro lado, na estação seca ocorre o avanço dos centros de alta pressão sobre as áreas centrais da América do Sul.

Posiciona-se, portanto, em uma área de interação entre os sistemas atmosféricos intertropicais com os extratropicais, que atingem a região central (com características modificadas/tropicalizadas), como as frentes anticiclones e cavados de altitudes. O extremo norte e a porção central do Estado são muito influenciados pelos padrões de larga escala, associados às mudanças na circulação de Hadley e na circulação de Walker. Os principais sistemas em larga escala, que atuam direta ou indiretamente no Mato Grosso, são o fenômeno ENSO (oscilação Sul – El Niño/La Niña), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

As anomalias meteorológicas que ocorrem sobre a América do Sul são associadas principalmente ao deslocamento da célula de Walker, do fortalecimento do jato subtropical e de um possível trem de ondas que se estende do Pacífico até o Sul da América do Sul. O deslocamento da célula de Walker para Leste tem influência sobre o NE do Brasil e parte da Amazônia, regiões que ficam sob a ação do ramo descendente dessa célula (KOUSKY et al, 1984).

O fortalecimento do jato subtropical ocorre devido ao forte aquecimento na região do Pacífico Equatorial, que provoca aumento do gradiente de temperatura norte-sul e também transporte de *momentum* em altos níveis, da região de liberação de calor latente tropical para os ventos de oeste.

Um dos mais fortes eventos de ENSO ocorreu durante os anos de 1982 e 1983. No caso da Amazônia Central, que abrange o setor norte de Mato Grosso, provocou considerável diminuição da pluviosidade na estação chuvosa (janeiro e fevereiro). Essa situação foi devida ao ramo descendente da célula de Walker deslocar-se para a região sobre a Amazônia, inibindo a formação de convecção (NOBRE e OLIVEIRA, 1987). O referido período foi caracterizado como de menor índice pluviométrico nos últimos 50 anos.

Estudos observacionais, realizados por MARENGO e HASTENRATH (1993), demonstram que, durante anos de grande aquecimento das águas do Pacífico equatorial central (fenômeno El Niño), a ZCIT situa-se anormalmente mais ao norte que sua posição normal sobre o Atlântico tropical. Conseqüentemente os ventos alísios de NE são mais fracos, reduzindo a umidade que penetra no interior da região amazônica. Sobre o lado Oeste do Andes, a convecção que produz chuvas abundantes ao Norte do Peru, provoca, por sua vez, movimentos de ar de subsidência compensatória no lado Leste, contribuindo para uma menor quantidade de chuva na parte Oeste da Amazônia (FISCH et al, 1996).

No Mato Grosso, a repercussão do fenômeno ENSO, com base nos dados das séries pluviométricas referentes ao período de 1983 a 1994, demonstrou que em anos de El Niño muito forte, como os de 1982 e 1983 e de 1990 a 1994, os extremos norte e noroeste sofreram diminuição da pluviosidade; enquanto no extremo sul as chuvas acompanham o padrão normal ou sofrem desvios positivos (TARIFA, 1998).

Uma caracterização climática local para Rondonópolis, no sudeste de Mato Grosso, confirma os resultados de TARIFA, quanto aos desvios positivos na porção sul do Estado. Para o período de verão e inverno, SETTE (1997) considera o total de chuva (680,6 mm) do mês de janeiro de 1997 muito acima do normal (entre 250 a 350 mm); no mesmo ano, o mês

de junho (estação seca), choveu 168,7 mm, concentrados em quatro dias; a temperatura atingiu a maior máxima (40,6°C), em 08/09/97. desde 1992.

## 2. O El Niño 1997/98

O intenso El Niño 1997-98 começou em abril de 1997; sua evolução foi muito rápida, tendo persistido até maio de 1998. A transição do fenômeno La Niña, com predomínio de águas frias e anomalias térmicas negativas no Oceano Pacífico Equatorial, era a situação observada até janeiro de 1997. Esse resfriamento já perdurava desde outubro de 1995. As condições para o desenvolvimento do El Niño 1997-98 propiciaram uma evolução rápida e muito intensa. Assim sendo, no período de junho a dezembro de 1998, foi estabelecido em cada mês um novo recorde de anomalias positivas na temperatura do Pacífico Equatorial, desde meados do século passado (McPHADEN M.J., 1999). Em dezembro de 1997 alcançou-se o ponto máximo de aquecimento, próximo à costa do Peru e Equador, quando as anomalias de temperatura, estiveram entre 4° e 5,5°C acima da média climatológica (OLIVEIRA G.S. e SATYAMURTY P., 1998). A duração desse episódio de El Niño (1997-98) foi curta, mostrando uma desintensificação do fenômeno, no período de fevereiro-março até maio-junho de 1997 quando apresentou forte taxa de resfriamento da TSM, cujo ritmo ainda não havia sido detectado nos eventos anteriores de El Niño.

Assim, em síntese, nos últimos 15 anos foram apenas três ocasiões em que o La Niña foi sucedido pelo El Niño. O episódio intenso de El Niño de 1982-83 foi seguido de um evento fraco de La Niña em 1984-85; um El Niño menos intenso, ocorrido em 1986-87 foi seguido de um forte La Niña em 1988-89; e o El Niño longo, mais fraco de 1991-94, foi seguido de um episódio fraco de La Niña de 1995-96 (OLIVEIRA G.S, MARENGO J.A., KOUSKY V.,

1998). A análise comparativa das variações da temperatura da superfície do mar (TSM), na região conhecida como Niño 3, tem alta correlação com as condições climáticas regionais resultantes no Brasil. Segundo OLIVEIRA G.S. e SATYAMURTY P. (1998), comparando-se o evento 1997-98, com outros de magnitude semelhante, como, por exemplo, 1972-73, 1982-83, 1986-87 e 1991-94, nota-se que a evolução do fenômeno em 1997-98 é impar no sentido de aumento rápido da anomalia de TSM. Os referidos autores constatam que, desde 1950, o maior valor (média na região) observado de anomalia de TSM sobre essa região foi 3,6°C acima da média em janeiro de 1983. Esse valor foi superado em novembro 1997 ficando em 3,78°C acima da média climatológica. O pico nesse episódio ocorreu em dezembro de 1997, e o valor observado nessa região foi de 3,92°C. Outro aspecto importante desse evento foi sua rápida desintensificação, sendo atribuído ao fortalecimento dos ventos alísios. Esse tipo de alteração no padrão de circulação, já tinha sido observado no início de 1988 e voltou a se repetir em maio de 1998. O mecanismo que produziu o fortalecimento dos alísios parece estar associado à oscilação de 30 a 60 dias (OLIVEIRA G.S.; MARENGO J.A e KOUSKY V., 1998; e McPHADEN J.M., 1999).

### 3. Metodologia

O período de estudo – setembro de 1996 a agosto de 1998 – foi escolhido como amostragem, pois preenche duas estações de chuva e duas estações secas. Além disso, esse período inclui o desenvolvimento completo do fenômeno El Niño de 1997-98, considerado um dos mais intensos, com a possibilidade de acompanhar sua repercussão no espaço mato-grossense.

O ritmo da estrutura pluvial (variações diária, mensal, sazonal e anual) foi caracterizado com base nos dados de superfície, dos

postos meteorológicos existentes no Estado do Mato Grosso, bem como nas áreas adjacentes, compreendidas na mesma região, distribuídos entre as coordenadas 18° a 7° lat. Sul e 62° a 49° long. Oeste, dos dados pluviométricos (total mensal, para o período de setembro/96 a agosto de 1998 e os diários), de 183 postos, que abrange o Estado de Mato Grosso, e partes dos Estados vizinhos (Amazonas, Pará, Rondônia, Tocantins, Goiás e Mato Grosso do Sul).

A partir dos dados pluviométricos, foram gerados 13 mapas diários, 24 mapas mensais, 8 mapas sazonais e 2 anuais (ano hidrológico 1996-97 e 1997-98), por meio do programa Surffer, com a espacialização (em base digitalizada – Autocad), na escala de 1:1.500.000.

O ritmo e a evolução no tempo e no espaço dos Sistemas Atmosféricos que atuam no Mato Grosso foram apreendidos por meio da análise das cartas sinóticas do IPMET/UNESP, Bauru, diariamente nos horários das 00 e 12 horas (TMG), e a interpretação das imagens de satélite meteorológico (Goes e Meteosat) no infravermelho nos horários das 12, 18 e 00 horas (TMG), para o período de estudo (set/1996 a ago/1998).

Para facilitar a síntese da atuação dos sistemas atmosféricos no Mato Grosso e as suas participações na gênese da chuva, foi elaborado um quadro com a variação em três horários do dia (12, 18 e 24h00 TMG), dos sistemas atmosféricos, da direção dos ventos e o total de chuva. Escolheu-se oito meses, os quais são representativos para as quatro estações do ano: outubro/1996 e 1997 (primavera); janeiro/1997 e fevereiro/1998 (verão); abril/1997 e 1998 (outono); e junho/1997 e 1998 (inverno).

Os sistemas foram definidos a partir das interpretações das imagens e das cartas sinóticas. A direção dos ventos e os totais de chuva referem-se aos dados das estações meteorológicas do INMET (Matupá, Vera, Nova Xavantina, Cáceres, Santo Antônio do Leverger e Rondonópolis), do INPE (Porto dos Gaúchos e São Félix do

Araguaia) e da INFRAERO (Vilhena). Essas estações foram escolhidas em função da localização, cada uma representa uma região: Noroeste (Porto dos Gaúchos); Norte (Matupá); Nordeste (São Félix do Araguaia); Oeste (Vilhena); Centro (Vera); Leste (Nova Xavantina); Sudoeste (Cáceres); Sul (Santo Antônio do Leverger); e Sudeste (Rondonópolis). Com essas análises foi possível quantificar por região o índice percentual da atuação de cada sistema durante os referidos meses. Além disso, também se quantificou o percentual da participação dos sistemas na gênese das chuvas.

Com base no Climanálise (Boletim de Monitoramento e Análise Climática Mensal), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), elaborou-se uma síntese climatológica mensal dos fenômenos de grande escala (El Niño e La Niña, ZCIT, ZCAS), aspectos sinóticos (sistemas frontais e atividades convectivas na região Central – ACRC), e escoamento em altos níveis (Alta da Bolívia, vórtices ciclônicos e corrente de jato) e as respostas (chuva e temperatura) no Mato Grosso. Essas sínteses foram organizadas em trimestres representativos para as quatro estações do ano, para o período de setembro/1996 a agosto/1998.

Esse conjunto de técnicas e procedimentos possibilitou uma visão quantitativa e qualitativa da participação dos sistemas atmosféricos atuantes no Estado do Mato Grosso, bem como as respostas provocadas pelos mesmos, nos elementos ou atributos climáticos da superfície e a sua influência também na dinâmica da paisagem regional.

O mapeamento mensal e a distribuição sazonal no espaço permitiram conhecer e entender melhor os regimes e os tempos (regulador biológico – atividades humanas) nos espaços mato-grossenses, ou seja, as diferenças no espaço em função da variação no tempo do processo genético em termos estacionais e do ritmo. Esse conhecimento foi básico para o cruzamento com a frequência dos sistemas de nuvens ou nefessistemas, bem como com a

frequência e participação dos Centros de Ação (campos de pressão) ou dos sistemas atmosféricos interpretados via análise sinótica (campo de pressão e imagem de satélite). Outro produto, que o mapeamento mensal permitiu avaliar, foi os desvios em relação aos valores médios, e isto é interessante, pois se aplica ao planejamento ou às possíveis correlações com fenômenos de larga escala (teleconexões, El Niño).

Feito isso, chegou-se a uma compreensão do ritmo, com os controles de superfície (estações meteorológicas), conhecendo, assim, onde a pluviosidade foi excessiva (muito alta ou não) e onde foi muito reduzida ou considerada normal. A partir daí, deu-se a escolha de seqüências pluviais ou secas para entender melhor o ritmo.

A seleção de episódios serviu para detalhar a seqüência diária (chuva, vento, nebulosidade, temperatura e pressão). A partir da análise dos sistemas, propôs-se uma classificação para os principais tipos de tempo das regiões tropicais e equatoriais. Essa análise mais detalhada foi realizada para curtos segmentos temporais (episódios), dentro da estação chuvosa e da estação seca, contidos no trabalho de campo.

#### **4. Resultados**

##### *a) Primavera*

No ritmo da distribuição das chuvas no Mato Grosso, a estação da primavera é caracterizada pela reposição dos totais de chuvas após a estação seca de inverno, sendo o mês de setembro ainda seco.

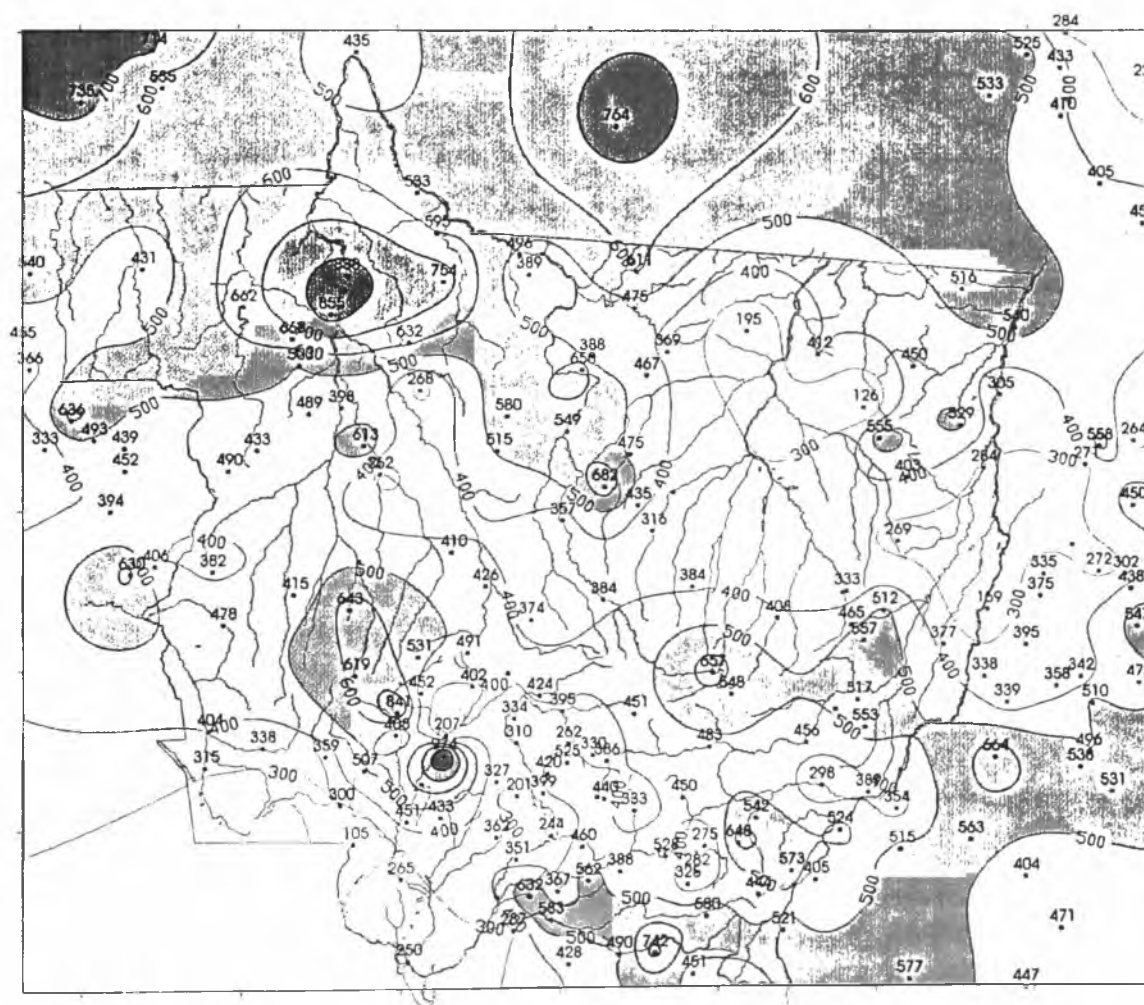
Na primavera de 1996, o fenômeno La Niña ainda estava atuando, porém pode-se dizer que a distribuição das chuvas no Mato Grosso, na média do período, foi normal. Embora, de acordo com o Climanálise, no mês de setembro houve desvio de até menos 100 mm, no centro norte e noroeste; em outubro foi abaixo do normal na região leste; em novembro os desvios foram positivos na ordem de 25 a 50 mm.

Na maior parte da área do Estado, os totais somaram mais de 400 mm nesse período. Na região norte há uma faixa com totais acima de 500 mm, excetuando-se apenas o extremo nordeste. Da mesma forma, a região sudeste e uma outra área mais ao centro-oeste também apresentam totais acima de 500 mm. No centro oriental, no extremo nordeste e sudoeste, os totais foram abaixo de 400 mm com alguns pontos inferiores a 300 mm (Figura 1).

Na primavera de 1997, o fenômeno El Niño era intenso e, de acordo com o Climanálise, as chuvas abaixo da média na região norte do país (que atinge o setor norte e noroeste do Mato Grosso) foram associadas ao El Niño,

devido ao deslocamento da célula de Walker e a ocorrência de subsidência na região, conseqüentemente, diminuindo a convecção.

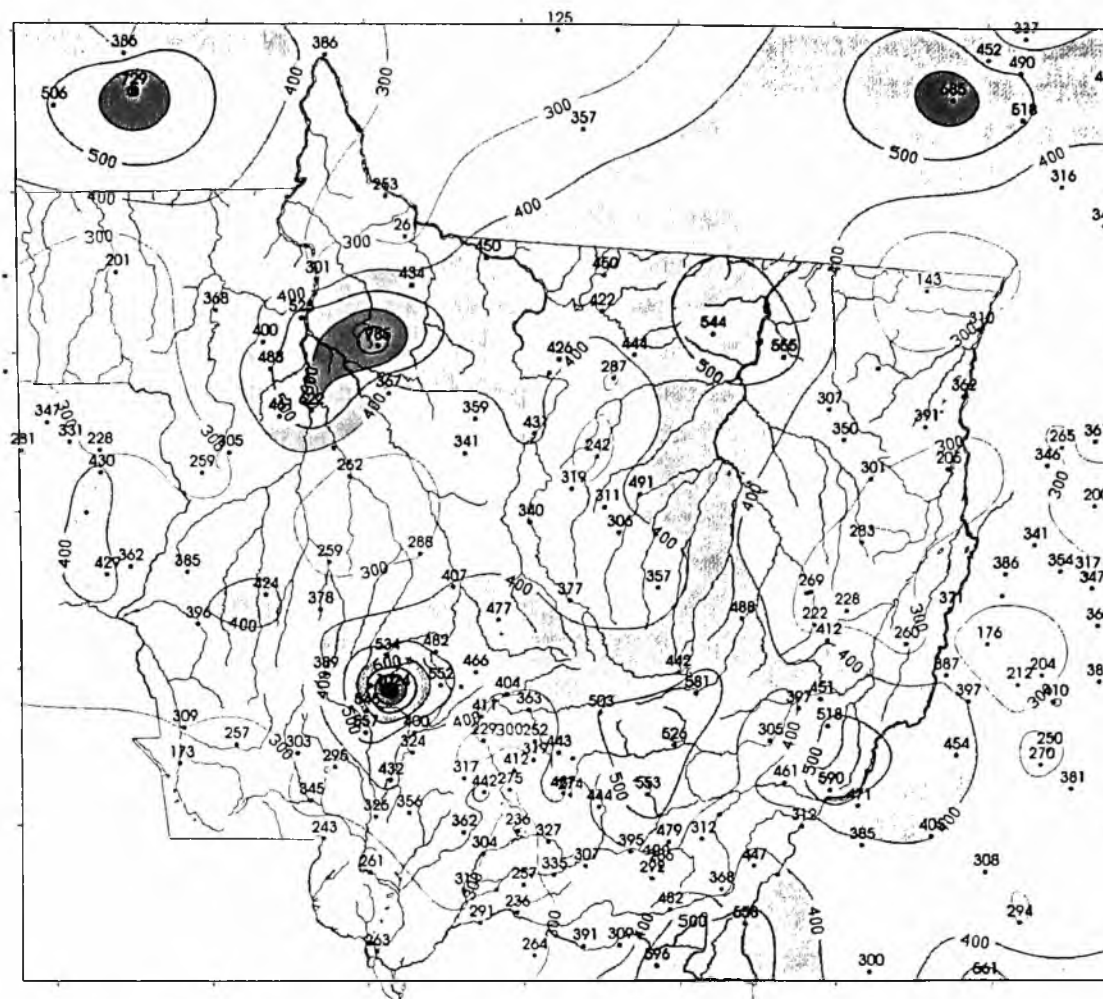
Na figura 2, na qual estão espacializados os totais de chuva da primavera/1997 do Estado de Mato Grosso, pode-se observar nítida diminuição da pluviosidade na região noroeste do Estado, com valores inferiores a 300 mm, exceto no extremo noroeste em que os totais estiveram acima de 400 mm. Os totais inferiores a 300 mm repetem-se no sudoeste, centro e no leste, e essas áreas, normalmente, acusam valores menores no quadro geral do Estado. Entretanto, no nordeste, que também apresenta tendência de menores valores de chuva, nesse trimestre, exibiu



**Figura 1:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso na primavera de 1996.

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.





**Figura 2:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso na primavera de 1997.

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.

totais acima de 400 mm. Essa faixa que abrange o nordeste segue direção oeste até o centro e se afunila para o centro-Sul.

#### b) Verão

Na seqüência estacional da pluviosidade no Mato Grosso, o verão é a estação das águas, onde já existe excedente hídrico na maioria das suas regiões.

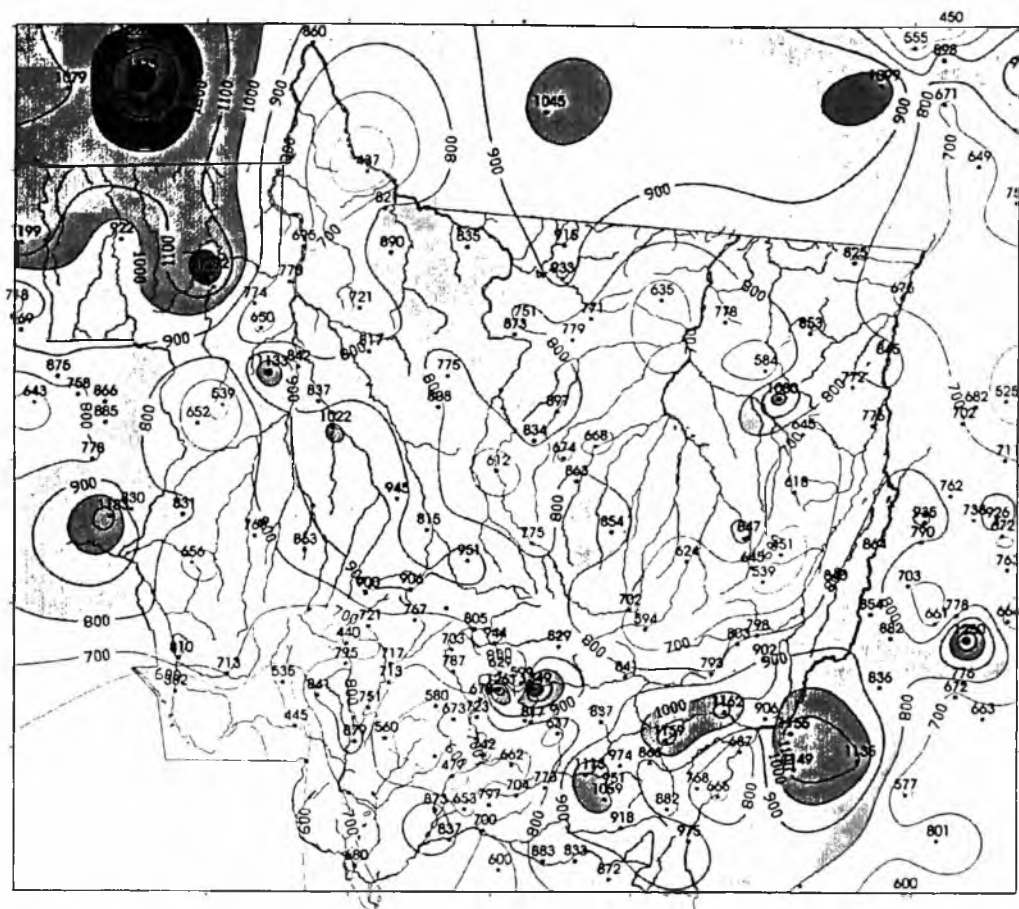
No verão/1997 para situar o Mato Grosso no contexto da atmosfera global, o fenômeno La Niña já estava em processo de enfraquecimento. O Climanálise, em dezembro/1996, registrou desvios negativos de até 100 mm no centro-sul; em janeiro/1997 os desvios foram positivos entre 25 e 50 mm, no extremo noroeste; em janeiro/1997

desvios negativos de 200 mm na faixa leste. Portanto, na média geral do trimestre, não houve grandes diferenças.

Na maior parte da área do Estado, os totais de chuva no verão/1997 foram acima de 800 mm, destacando-se o noroeste com totais acima de 1.000 mm; o centro-norte, o sudeste e o centro-oeste com totais acima de 900 mm. Na região sudoeste, no extremo oeste e na faixa leste que adentra para o centro, os totais ficaram abaixo de 700 mm (em alguns pontos, os totais foram abaixo de 500 mm) (Figura 3).

Sob atuação do fenômeno El Niño, considerado intenso nos meses de dez/1997 e jan/1998 (TSM + 4°), pois em fev/1998 já inicia seu enfraquecimento (TSM máxima 3,5°C), o





**Figura 3:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso no verão de 1997

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.

verão/1998 apresentou-se com totais pluviométricos bem menores, comparados aos do verão/1997. Nos três meses que compõem esse período (considerado na média o trimestre mais chuvoso), exibiu desvios negativos em torno de 250 mm em, praticamente, todo o Estado.

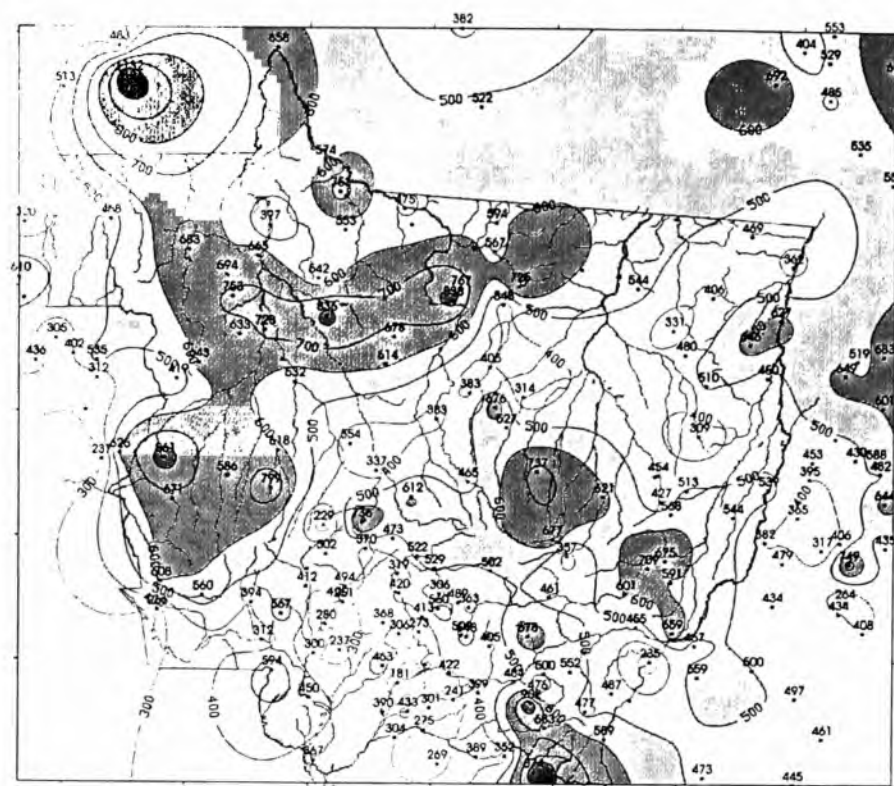
Na figura 4, na qual encontram-se espacializados os totais de pluviosidade do verão/98 em Mato Grosso, observou-se que as regiões oeste e noroeste apresentam os maiores totais, entre 600 e 700 mm; no nordeste e extremo leste e centro sul os valores ficaram entre 500 e 600 mm; enquanto no extremo oeste, sudoeste, centro e sudeste, os totais de chuvas somaram valores inferiores a 500 mm, e não raro os locais em que os totais são menos de 300 mm, que podem ser considerados muito baixos para a estação das águas.

### c) Outono

No ritmo estacional, o outono se caracteriza pela diminuição nos totais de chuva no Estado de Mato Grosso.

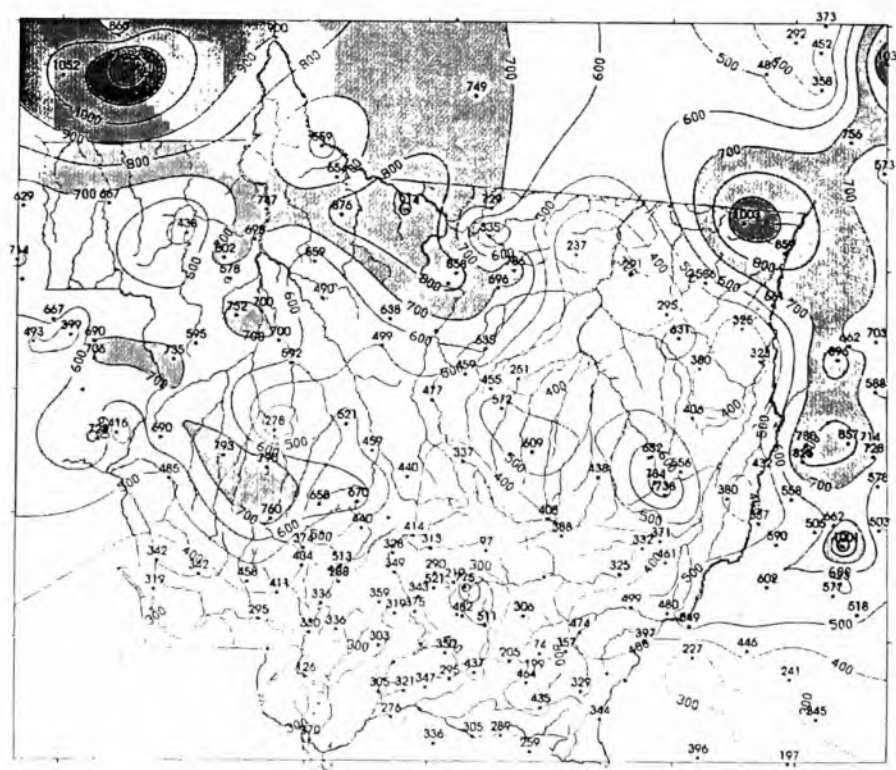
No outono/1997 o fenômeno El Niño foi configurado a partir de abril. De acordo com o Climanálise, em março as chuvas ficaram abaixo da média em todo o Estado; em abril, os desvios foram negativos entre 25 e 50 mm no centro-sul; em maio, desvios positivos de 25 a 50 mm no SE e E de Mato Grosso. Dessa forma, no geral, os desvios foram pouco expressivos nesse trimestre.

Ao observar a figura 5, que representa a distribuição das chuvas do outono/1997 no Mato Grosso, o que mais chama a atenção é a localização dos maiores totais (acima de 600 mm) de pluviosidade, restringindo-se mais na região



**Figura 4:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso no verão de 1998.

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.



**Figura 5:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso no outono de 1997

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.

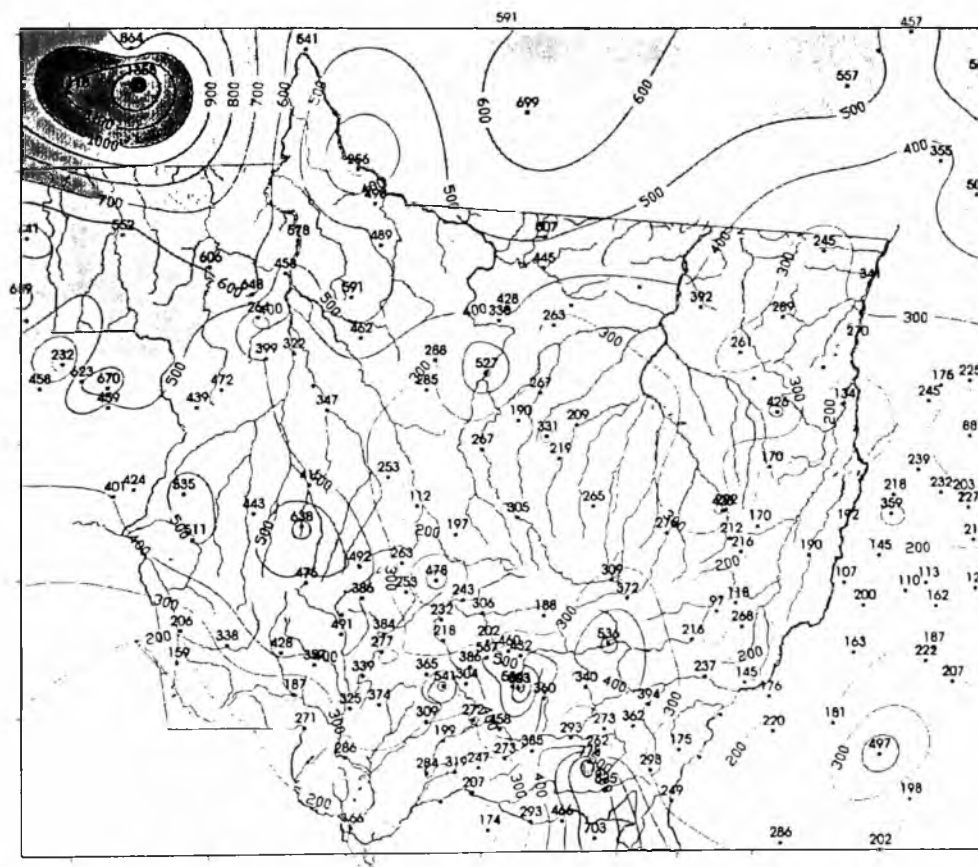
norte do Estado, enquanto ao sul tem-se o contrário, os menores valores (abaixo de 400 mm). Excepcionalmente nesse trimestre, a faixa leste na bacia do Araguaia apresentou-se com totais mais elevados, aproximando-se do padrão de setor do noroeste.

No outono/1998, a temperatura da superfície do mar (TSM) das águas do Pacífico seguiu sua marcha contrária, ou seja, em torno de 2,5°C positivo (El Niño perdendo força). Em termos gerais, o Boletim Climanálise registrou desvios negativos de pluviosidade, no mês de março/1997, entre 100 e 150 mm na região central de Mato Grosso; em abril/1998 desvios negativos entre 25 e 100 mm no setor nordeste; em maio/1998, desvios negativos entre 25 e 50 mm em toda região oeste (NW, W e SW); e um desvio positivo de 25 mm no extremo nordeste.

As características da distribuição das chuvas no outono/1998 em Mato Grosso (Figura 6) são também marcadas pelos maiores totais registrados nas regiões norte e noroeste do Estado. Entretanto, comparativamente ao período anterior (outono/1997), notou-se que, no geral, os totais de chuva foram menores, visto que os totais acima de 600 mm ficaram restritos ao extremo noroeste e norte. A área, com totais inferiores a 300 mm, expandiu-se nitidamente, ocupando praticamente toda a região centro-oriental e sudoeste, ambas separadas por uma faixa do centro-sul para oeste com totais entre 400 e 600 mm.

#### d) Inverno

Na seqüência do ritmo sazonal, o inverno se caracteriza pela seca no Mato Grosso. O inverno (1997) encontrava-se sob regime de



**Figura 6:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso no outono de 1998.

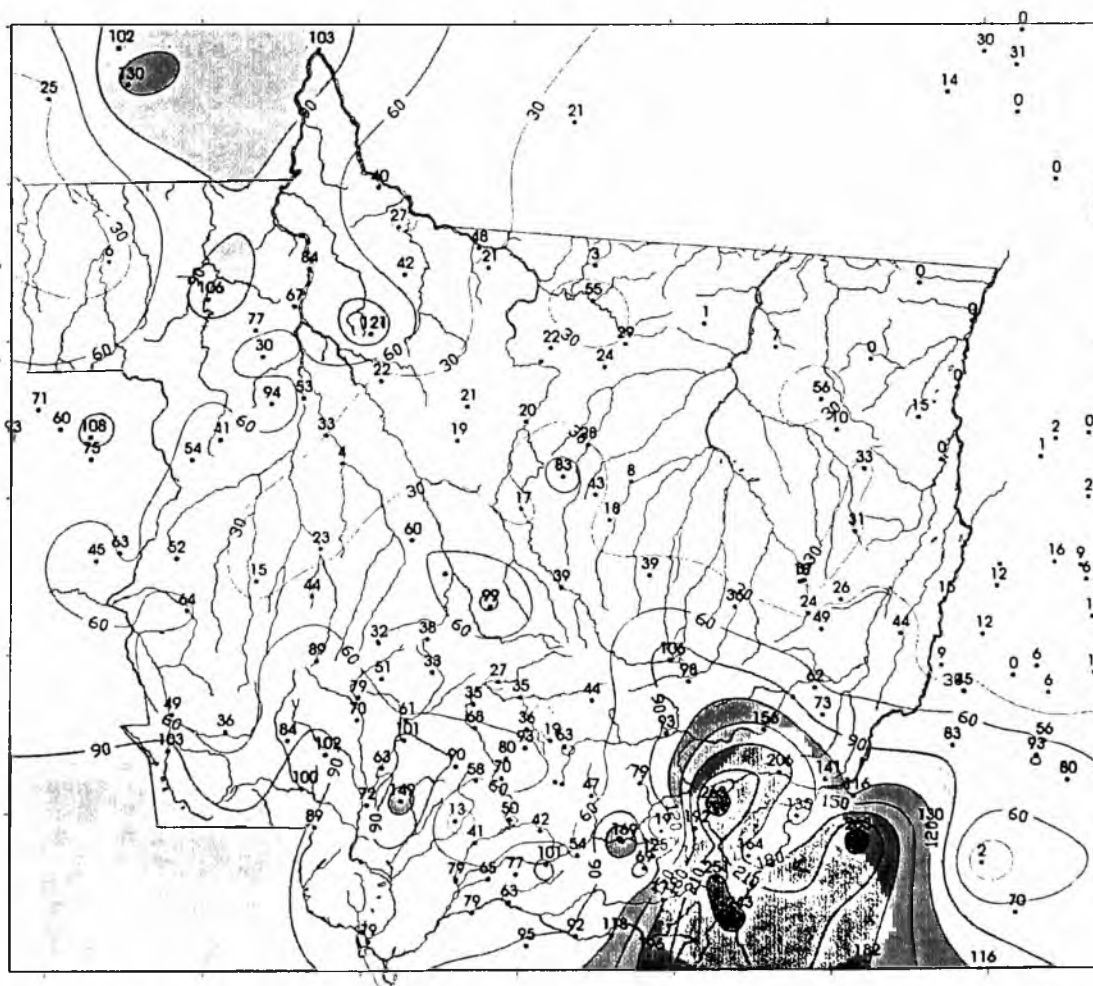
Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D. M.

macro escala, com a presença do fenômeno El Niño. De acordo com o Boletim Climanálise, em junho houve desvios positivos na região sudeste entre 25 e 200 mm; na região norte eles foram negativos na ordem de 25 a 50 mm; em julho as chuvas só ocorreram no extremo noroeste, portanto, praticamente normal; em agosto os totais foram abaixo de 30 mm, também dentro da média.

Em nosso mapeamento das chuvas na estação de inverno/1997 pode-se observar pela figura 7 que, realmente, houve uma mudança no padrão de distribuição da pluviosidade nesse período. A área, com totais abaixo de 30 mm, restringe-se ao centro-leste e nordeste. O noroeste, que sempre se destaca com os maiores totais do

Estado, apresentou valores em torno de 100 mm, predominando entre 30 a 90 mm. No entanto, na região Sul, que na estação passada se caracterizou a pelos menores totais, nesta apresentou-se com os maiores, principalmente o sudeste com uma área considerável, com totais acima de 120 mm; inclusive o sudoeste também recebeu chuvas entre 60 a 90 mm. Esse inverno caracterizou bem o que já havia sido observado por TARIFA (1998), em termos de repercussão do El Niño no Mato Grosso, ou seja, diminuição das chuvas na região norte e aumento no Sul.

No inverno/1998, deu-se o encerramento do fenômeno El Niño (junho), os meses de julho e agosto passaram por uma situação transitória, já que o fenômeno La Niña ainda não



**Figura 7:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso no inverno de 1997

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.

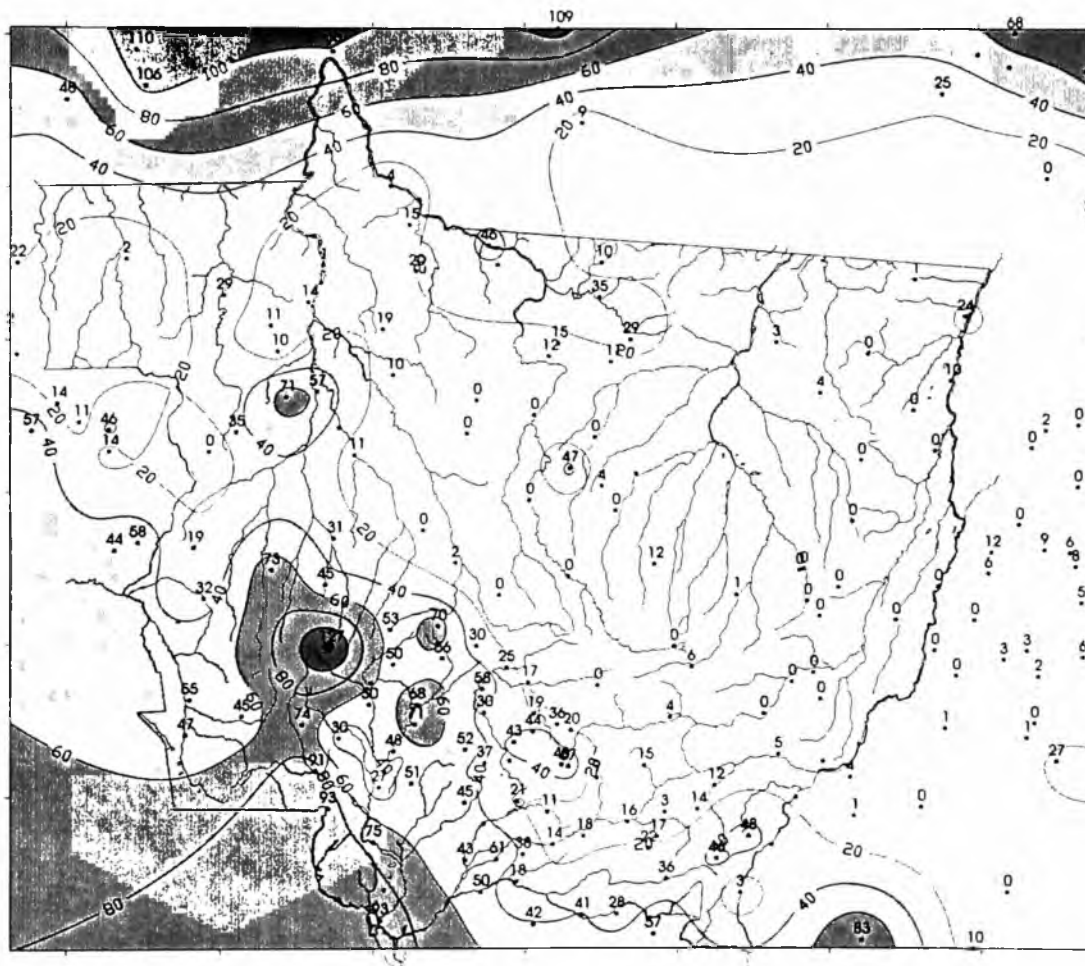
havia se configurado totalmente. A distribuição das chuvas no Mato Grosso, representada na figura 8, pode ser considerada normal para essa estação. Observou-se que as chuvas foram restritas aos setores norte, noroeste (totais acima de 60 mm); no oeste (20 e 40 mm); no sudoeste (60 e 80 mm); e sul (20 e 40 mm); porém, na maior parte do Estado (região centro oriental), os totais foram inferiores a 20 mm.

#### e) A variação anual

Nos anos de 1996/97 - na macroescala, havia atuação do fenômeno La Niña, e no período chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro) o mesmo encontrava-se com fraca intensidade, próximo do padrão normal.

O padrão normal da circulação geral, nesse período, refletiu na variação da distribuição da pluviosidade no Mato Grosso, que também pode ser considerado próximo do habitual. Os totais acima de 2.000 mm aparecem nas áreas setentrionais, ocidentais e no sudeste. Na faixa central, os totais oscilaram entre 1.400 e 1.800 mm, e nas áreas com os menores totais (sudoeste e nordeste) configuram manchas inferiores a 1.400 mm (Figura 9).

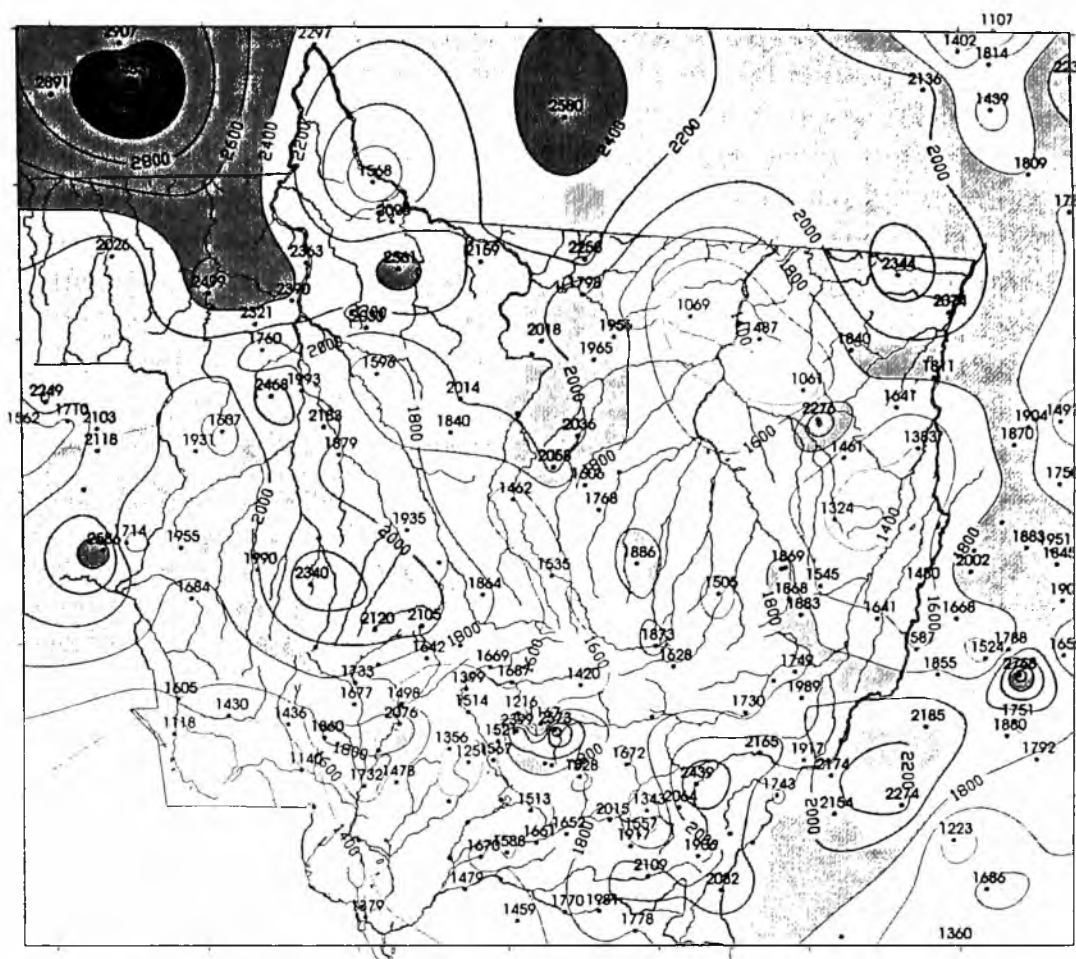
Os anos de 1997 e 1998 encontravam-se sob atuação do fenômeno El Niño, inclusive nos meses de máxima precipitação no Mato Grosso o mesmo era intenso. Essa alteração no padrão de circulação implicou diminuição no total anual. Portanto, os anos de 1997-98 podem ser considerados como secos.



**Figura 8:** Variação espacial da pluviosidade no Mato Grosso no inverno de 1998.

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.





**Figura 9:** Total anual – setembro/96 a agosto/97

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.

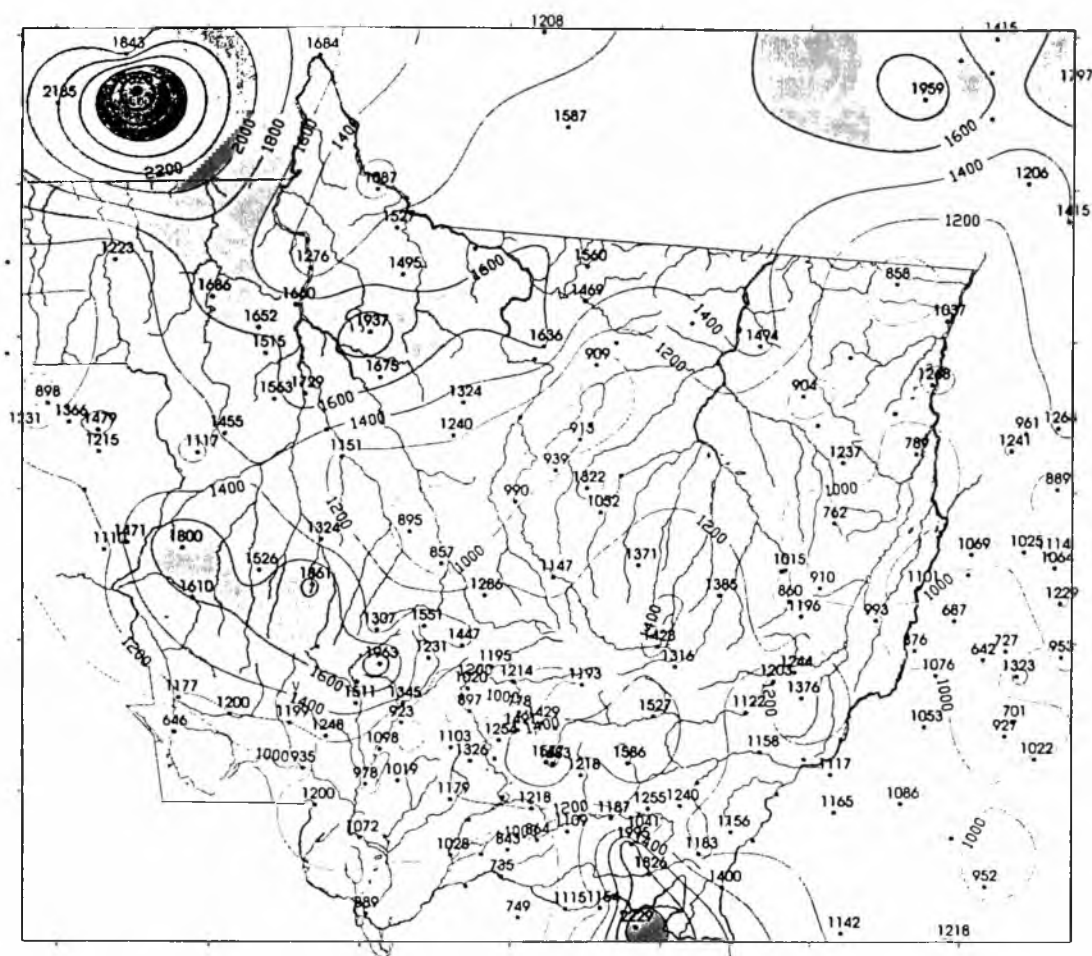
Nas áreas setentrional e ocidental e no sudeste, onde normalmente chove mais, os totais ficaram entre 1.400 a 1.600 mm, com alguns pontos acima de 1.800 mm. Na faixa centro-oriental, no sudoeste e nordeste, os totais oscilaram entre 1.000 e 1.200 mm, com expressivas áreas nas quais os totais somaram valores inferiores a 1.000 mm (Figura 10).

## 5. Considerações finais

Os resultados da variação da pluviosidade no tempo (setembro/1996 a agosto/1998) e no espaço do Mato Grosso (Br), associados aos padrões de circulação atmosférica e interpretados por meio de imagens de satélite e de cartas sinóticas, demonstraram evidência que:

- Eventos fortes de El Niño, como os de 1997-98 provocam alterações no ritmo e na gênese dos climas regionais – equatoriais regionais (Floresta Amazônica) e tropicais úmidos (cerrados) da porção central do continente Sul-americano.
- A principal alteração diz respeito à diminuição da oferta pluvial na estação chuvosa (outubro a março). Reduções ou desvios negativos de até 50% foram constatados, na faixa setentrional e centro-oriental do Estado do Mato Grosso.
- No período de outubro a janeiro (1997 e 1998), as maiores anomalias negativas da precipitação ocorreram no extremo Noroeste, com desvios inferior-





**Figura 10:** Total anual – setembro/97 a agosto/98.

Fonte: ANEEL e INMET; Org.: SETTE, D.M.

res ao habitual, de até 200 mm. De fevereiro a maio de 1998, quase todo o Estado (com exceção da área meridional) ficou com desvios negativos entre 0 a 50 mm. As áreas de máximos desvios negativos (-200 mm) abrangeram todo o centro-norte e centro-leste do Estado.

- A rápida evolução do El Niño no outono-inverno/1997 provocou desvios positivos na pluviosidade nos meses de maio e junho de 1997 no sudoeste e no sudeste do Estado do Mato Grosso. A gênese dessas chuvas estava associada ao deslocamento para norte do eixo da frente polar atlântica, esse fato evidencia a forte influência de ENSO no Pacífico Equatorial.
- Todo o episódio El Niño (abril de 1997 a junho de 1998) foi marcado por temperaturas altas, com significativos desvios positivos em relação ao habitual. Especialmente, o inverno e a passagem para a primavera (junho a setembro) foram marcados por recordes de temperaturas altas (máxima de 40,6°C em Rondonópolis, no dia 8/9/1997) e ar muito seco na superfície, sendo freqüentes valores de umidades do ar entre 20 e 30%.
- A redução da pluviosidade na primavera (verão na região setentrional do Estado e no extremo noroeste) está associada à maior freqüência de sistemas atmosféricos estáveis com subsidência. A maior freqüência desses sis-

temas e os tipos de tempo a eles associados devem estar conectados à mudança na localização do ramo descendente da circulação térmica de Walker. Por outro lado, a diminuição da pluviosidade na região centro-oriental deve estar também ligada à intensificação e maior avanço para Noroeste da alta subtropical (célula de Hadley). Percebeu-se, também, uma frequência maior durante o evento El Niño 1997-98 de situações meteorológicas, com fluxo polar interrompido ou bloqueado abaixo do Trópico, afetando os Estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, aumentando nesses locais os totais pluviométricos. Sabe-se que fluxos extratropicais nulos ou interrompidos, abaixo do Trópico no continente sul-americano, são pouco eficientes em organizar a convecção no Brasil Central, diminuindo, conseqüentemente, a pluviosidade.

- Dentro desse padrão de circulação, com diminuição da frequência e intensidade das baixas continentais (que atuam no Brasil Central), dos cavados e frentes, da interrupção da modulação rítmica (dia/noite) da convecção e dos fluxos amazônicos de norte e noroeste, o fenômeno ZCAS (zona de convergência do Atlântico Sul) também não se definiu com sua frequência habitual.
- O El Niño provoca mudanças na circulação geral da atmosfera e atua interativamente de forma particular na circulação da América do Sul, como um centro de ação de ciclo irregulares, ou seja, é uma disritmia no holorrítmo e provoca mudanças no padrão climáti-

co do Mato Grosso; fato que ficou bem caracterizado por meio da distribuição da pluviosidade. A importância do conhecimento dessas disritmias na totalidade dos ritmos (cósmicos, planetários, climáticos, biológicos, humanos e sócio-econômicos) ajuda a estabelecer limites harmônicos para o uso e a adequação das formas de apropriação/produção do território pela sociedade.

## 6. Agradecimentos

À Pró-reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-graduação – PROPEP – da Universidade Federal de Mato Grosso e ao Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Campus de Rondonópolis, pela liberação de meu afastamento.

Ao IPMET – Instituto de Pesquisas Meteorológicas – UNESP – Bauru, pelo acesso às cartas sinóticas.

À ANEEL – Agência Nacional de Águas e Energia Elétrica, pelo fornecimento dos dados pluviométricos dos postos do Estado de Mato Grosso, Amazonas, Pará, Goiás, Tocantins, Rondônia e Mato Grosso do Sul.

Ao 9º Distrito do INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, pelo fornecimento dos dados meteorológicos de suas estações no Mato Grosso.

À INFRAERO – Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária, pelo fornecimento de dados meteorológicos das Estações de Alta Floresta – MT e Vilhena – RO.

Ao CPTEC pelo fornecimento das imagens de satélite e os dados das PCDs – Plataforma de Coleta de Dados.

À CAPES pelo apoio financeiro.

## Bibliografia

- CAPRA, F. *O Ponto de Mutação - a ciência, a sociedade e a cultura emergente*. Cultrix, São Paulo, p.445, 1986.
- HASTENRATH, S.; LAMB, P. *Climatic atlas of the tropical atlantic and eastern pacific oceans*. University of Wisconsin Press, pp.113, 1977
- FISCH, G; LEAN, J.; WRIGHT, I.R.; NOBRE, C.A. Simulações climáticas do efeito do desmatamento na região amazônica; estudo de um caso em Rondônia. In: *Revista Brasileira de Meteorologia*, 1996.
- KOUSKY, V.; CAVALCANTI, I.F.A. Eventos oscilação Sul/El Niño. Características, evolução e anomalias de precipitação. *Ciência e Cultura*, vol.36(11): 1888-99, 1984.
- KOUSKY, V.E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. *Rev. Bras. Meteo.*, 3: 217-31, 1988.
- McPHADEN, M.J. Genesis and evolution of the 1997-98 El Niño. *SCIENCE*, 283(2): 950-4, 1999.
- MARENCO, J.; HASTENRATH, S. Case studies of extreme climatic events in the Amazon basin. *Journal of Climate*, 6(4): 617-27. 1993.
- MONTEIRO, C.A.F. Teoria e clima urbano. Série Teses e Monografias, n.25, Instituto de Geografia da USP, São Paulo. p.181, 1976.
- NOBRE, C.A.; OLIVEIRA, A. Precipitation and circulation anomalies in south america and the 1982-83 El Niño/Southern Oscillation episode. In: *Conference of Geophysical Fluid Dynamics with special emphasis on "El Niño*. Ministério da Ciência e Tecnologia e Centro Latino-americano de Física. São José dos Campos, 13-17 July 1987 pp.325-8, 1987
- OLIVEIRA, G.S.; SATYAMURTY, P. *O El Niño de 1997/98: evolução e impactos no Brasil*. X Congresso Bras. de Meteorologia. Campos de Jordão, 1998.
- OLIVEIRA G.S.; MARENCO, J.A.; KOUSKY, V. *O final do episódio El Niño 1997/98 e o desenvolvimento e a intensificação do La Niña 1998/99*. X Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1998.
- SETTE, D.M. O fenômeno "El Niño" e o clima de Rondonópolis. *Jornal A TRIBUNA Rondonópolis*, 18/09/97
- SETTE, D.M. *O holorritmo e as interações trópico-extratropical na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso*. Tese de Doutorado apresentado ao Depto. de Geografia da Universidade de São Paulo, sob orientação do Prof. José Roberto Tarifa, p.394, 2000.
- TARIFA, J.R. *Cadernos de Climatologia*. In: *Diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado de Mato Grosso*. Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso – SEPLAN – Cuiabá, MT, 1998.

Concluído em: 05/2001

