

LAS VARIACIONES DEL TIEMPO ATMOSFÉRICO EN MARINGÁ (PARANÁ, BRASIL), ASOCIADAS A LOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ACTUANTES

Leonor MARCON DA SILVEIRA

Departamento de Geografía, Universidad Estatal de Maringá (Paraná, Brasil)

RESUMEN

La localidad de Maringá, se encuentra al norte del estado de Paraná (Brasil), en las coordenadas de 23° 30'S y 51° 57'W. Se verifica allí una acentuada variación del tiempo atmosférico como consecuencia de la alternancia de sistemas atmosféricos tropicales y extratropicales. El objetivo del presente estudio es analizar las variaciones diarias de los elementos climáticos de superficie en Maringá y sus relaciones con los sistemas atmosféricos actuantes durante los inviernos de 1998 (lluvioso) y de 1999 (seco), así como investigar las relaciones entre la actividad del Frente Polar Atlántico (FPA) y la pluviosidad.

Palabras clave: Variación del tiempo atmosférico, sistemas atmosféricos, análisis rítmico.

ABSTRACT

The objective of this study was investigate the daily variations of surface climate elements on Maringá (situated in the north of Paraná State, Brazil - coordinates 23° 30' S and 51° 57' W-) and their relationships with the atmospheric systems during the 1998 (rainy) and the 1999 (dry) winters. Besides, the relationships between the Atlantic Polar Front (FPA) and the rainfall were investigated.

Key words: Atmospheric weather variations, atmospheric systems, rhythmic analysis.

1. INTRODUCCIÓN

La localidad de Maringá, situada en el norte del estado de Paraná (Brasil) (Fig. 1), es atravesada por el Trópico de Capricornio (23°30'S y 51°57'W). Al encontrarse en una zona de transición entre los climas tropicales y subtropicales, se observa allí una acentuada variación del tiempo atmosférico, tanto anual como estacional, mensual y diaria, especialmente desde los puntos de vista térmico y pluviométrico. Esta variabilidad es consecuencia de la alternancia de los sistemas atmosféricos intertropicales y extratropicales actuantes en la región Norte de Paraná y de la respuesta del ambiente geográfico local (SILVEIRA, 2003).



Fig. 1. Localización de la área de estudio: Maringá (Paraná, Brasil)

Fuente: Elaborado por Silveira, L.M. (2003), a partir de: Universidad del Texas www.lib.utexas.edu/maps/americas (15 enero 2003)

Dados esos condicionantes previos, el presente estudio tiene como objetivo principal investigar la variabilidad diaria de los elementos climáticos de superficie en Maringá y sus relaciones con los sistemas atmosféricos actuantes durante los inviernos de 1998 (lluvioso) y de 1999 (seco), prestándose especial atención a la actuación de los sistemas extratropicales oriundos del Atlántico Sur, que penetran en el continente Sudamericano entre la Cordillera de los Andes y la Altiplanicie Brasileña. Además, se propuso también averiguar las relaciones entre la actuación del Frente Polar Atlántico (FPA) y la pluviosidad en Maringá.

Para alcanzar los objetivos propuestos, el presente estudio se apoya en la concepción dinámica del clima implícita en la propuesta de SORRE (1951) que lo define como “... *la serie de estados atmosféricos encima de un lugar en su sucesión habitual*”, y en la metodología del Análisis Rítmico en Climatología desarrollada por MONTEIRO (1969, 1971). A través de la metodología citada, el autor propone el análisis conjunto de las variaciones diarias de los elementos climáticos en superficie y su conexión con la circulación atmosférica regional, de modo que revele la génesis de los eventos climáticos (tipos de tiempo o estados atmosféricos). Los inviernos escogidos como muestra fueron estudiados a escala diaria, aplicándose la metodología del análisis rítmico, que plantea el análisis simultáneo de las variaciones diarias de los elementos climáticos en superficie con las situaciones atmosféricas, también en escala diaria. Según MARTIN VIDE (1996, 57) el mapa meteorológico (mapa sinóptico) es una herramienta de trabajo que permite indagar las características del tiempo atmosférico y por extensión, las características del clima de una región planetaria. Conociéndose los trazos esenciales de la circulación atmosférica planetaria, es necesario señalar cómo estos aparecen reflejados en un mapa del tiempo. De ese modo, se buscó el entendimiento de los tipos de flujos tropicales y extratropicales, particularmente las invasiones polares y sistemas frontales, que actuaron en Maringá durante los referidos periodos estacionales, explicando su aparición la sucesión de tipos de tiempo, especialmente con relación a la pluviosidad. En el presente estudio se consideró como periodo estacional de invierno el trimestre completo: julio, agosto y septiembre.

Las fuentes de información son los datos meteorológicos de superficie cedidos por el Instituto Nacional de Meteorología de Brasil -INMET- y los mapas meteorológicos de superficie (12h

GMT) disponibles en el Instituto de Investigaciones Meteorológicas -IPMet- de la Universidad Estatal Paulista -UNESP- de Bauru (Brasil). Para el análisis e interpretación de las variaciones diarias de los elementos climáticos en superficie en Maringá y sus génesis se elaboró una tabla para cada mes, que incluye los datos meteorológicos diarios de superficie y una interpretación de la situación atmosférica a partir de los mapas meteorológicos de superficie (Tablas 1,2, 3, 4, 5 y 6)

2. DESARROLLO DEL TRABAJO

A través del análisis de la dinámica atmosférica regional y el encadenamiento de los estados atmosféricos se constató que durante el mes de julio de 1998 el tiempo atmosférico en Maringá presentó comportamiento normal para esa época de año. Los valores pluviométricos (59,0 mm) son próximos al promedio del periodo 1976-2000 (60,8 mm). Aunque las temperaturas de algunos días pueden considerarse bajas, los registros máximos presentaron valores altos, sobre todo al inicio y al final del mes. Tres sistemas frontales actuaron de modo directo sobre la área del estudio, con un desplazamiento tanto por el interior como por el litoral del continente. La mayoría de los anticiclones polares (extratropicales), al penetrar sobre el sur del Brasil, se dirigieron hacia el Océano Atlántico, de modo que durante dicho mes y sobre el área de estudio predominó la actuación del anticiclón extratropical (SPA) y del anticiclón tropical (STA).

El mes de agosto de 1998 se presentó muy lluvioso en sus primeros 19 días, registrándose en ese periodo 113,1 mm de lluvia, lo que corresponde al total pluviométrico mensual. A pesar de que ninguna otra precipitación se registró durante los 12 últimos días del mes, el total pluviométrico mensual se situó en un 135% por encima de la media mensual (48,1 mm) del periodo 1976-2000. La cantidad de los días de lluvia (11 días) fue prácticamente el doble de la cantidad media de agosto (6 días). Debido a la reducida insolación y la incursión de diversas masas de aire frío que penetraron tras los sistemas frontales, las temperaturas fueron bajas prácticamente todo el mes. Analizando las situaciones atmosféricas se constató el predominio durante ese mes de sistemas de baja presión (ciclónicos) y vaguadas, así como, al menos, seis sistemas frontales que actuaron de manera directa sobre la área de estudio.

En el mes de septiembre de 1998, cinco de los seis sistemas frontales que actuaron sobre el territorio brasileño alcanzaron la región de Maringá de modo directo y provocaron altos volúmenes pluviométricos; el total mensual fue de 319,6 mm, un 228,3% por encima de la media del periodo 1976-2000, la cual es de 136,6 mm. La causa probable de las anomalías de lluvia se atribuye a la frecuencia de CCMs -Centros Convectivos a Mesoescala- que afectaron al sur de Brasil. Además, la sucesión de sistemas frontales favorecieron largos periodos de lluvia, de hasta seis días consecutivos; por su parte, las horas de insolación (126 h) fueron reducidas, dado que la media mensual es de 178 h.

A través del análisis referente al invierno de 1999, se constató que durante el mes de julio de 1999 las condiciones del tiempo atmosférico se presentaron típicas del régimen de invierno en la región. En esa época del año la humedad relativa de aire es generalmente baja la mayor parte del tiempo, dificultando la formación de las nubes. Aunque se registró una precipitación de 100,4 mm (superior a la media para el periodo 1976-2000, la cual es de 60,8 mm), la precipitación se concentró al inicio de mes (del día 4 al 7), cuando el primer frente atravesó el área en estudio. Los demás sistemas frontales que pasaron por la región durante el restante mes de julio no promovieron

lluvia en Maringá; de esta manera se totalizaron 24 días seguidos de estiaje (tiempo seco) en ese mes. El predominio de la actuación de sistemas anticiclónicos extratropicales y tropicales, añadido al rápido desplazamiento de los frentes explica la ocurrencia de los largos periodos de estiaje. Con relación a las masas de aire frío, se constató la incursión de cuatro anticiclones extratropicales, pero las temperaturas no fueron demasiado bajas.

El mes de agosto de 1999 se presentó seco, totalizándose 31 días seguidos de estiaje en Maringá. De los sistemas atmosféricos que actuaron en la región de estudio predominaron los anticiclónicos, principalmente los tropicales (STA). Los sistemas frontales se desviaron en su mayoría hacia la costa atlántica sin alcanzar el área de estudio; los pocos frentes que la atravesaron (3) no promovieron precipitaciones en Maringá. Dos anticiclones polares, que penetraron por detrás de los frentes, provocaron temperaturas bastante bajas los días 8 y 9, y 14, 15 y 16.

Durante el mes de septiembre de 1999 se constató que las precipitaciones (52,3 mm) quedaron un 60% por debajo de la media mensual, (135,6 mm durante el periodo 1976-2000). Sumando la baja precipitación de este mes al largo periodo de estiaje que la antecedió, se evidencia la insuficiencia pluvial. Entre los diversos sistemas atmosféricos que actuaron en la región durante dicho mes destaca el predominio de los anticiclónicos tropicales y extratropicales. De todos los sistemas frontales que se actuaron en el Brasil durante este mes, apenas cuatro alcanzaron el área en estudio de manera efectiva, ya que la mayoría de los restantes se desvió por el litoral antes de alcanzar la región de Maringá. La conjunción de ambos factores (predominio de sistemas anticiclónicos y paso rápido de los frentes) contribuyeron a la escasez de lluvias y a las bajas temperaturas observadas.

Tabla 1. Variación diaria de los elementos climáticos en superficie (observatorio de Maringá) y los sistemas atmosféricos actuantes. Julio de 1998

Día	Temperatura (°C)		Lluvia (mm)	Insolación (h)	Presión atmosférica (hPa)		Sistema atmosférico (12 GMT)
	máx.	mín.			máx.	mín.	
1	27,8	17,1	0	7,7	956,3	954	STA
2	28,4	17,9	0	8,3	956,2	953,9	DCC
3	26,9	18,2	0	8,4	955,5	954,6	DCC/STA
4	27	17	0	9,1	957,4	955,5	STA
5	26,4	16,3	0	9	955,9	955,6	STA
6	28,4	17,1	0	8,7	955,1	953,4	STA/DCC
7	28,8	16,6	0	6,1	953	949,6	STA
8	28,5	17,6	0	5,6	951,9	949,1	DCC/FPA
9	19,3	11,1	14,2	9,5	958,4	955,6	SPC
10	19,3	6,6	0	9,6	962,2	960,4	SPA
11	19,9	8,6	0	9,6	963,6	961,8	SPA
12	21,3	7,4	0	9,8	963,2	961	SPA
13	21,5	10,8	0	9,7	961,9	959,5	SPA
14	21,6	9,5	0	9	959,2	957	SPA
15	24,6	12,4	0	9,7	956,3	955,5	SPt
16	27	13,6	0	9,6	957,5	955,4	STA

17	27,2	14,3	0	9,6	955	951,9	STA
18	27,3	14	0	4,7	953,4	953	FPA
19	22,5	13,8	20	2,5	956,8	954,4	SPA
20	25,9	15	0	7,7	955,1	953,9	SPt
21	28,6	16,7	0	4,7	954,6	952,3	DCC
22	29,9	17,6	0	9,2	954	951,8	SPt
23	27,4	17,4	0	9,3	955,1	952,7	STA/DCC
24	28,4	19,2	24,8	8,4	956,3	953,6	STA/DCC
25	27,8	17,7	0	5,6	954,7	952,3	DCC
26	25,5	15	0	8,8	953,8	952,3	DCC
27	28,1	13,3	0	9,3	954,7	954,2	SPt
28	30,4	17,5	0	7,5	954,7	952,8	STA/DCC
29	27,5	16,3	0	8,4	955,4	954,6	FPA
30	23,3	15,6	0	6,9	957,5	955,4	SPA/DCC
31	25,9	13,4	0	9	957,6	954,2	SPA
Total			59	251			
Nº de días de lluvia:			6				

Tabla 2. Variación diaria de los elementos climáticos en superficie (observatorio de Maringá) y los sistemas atmosféricos actuantes. Agosto de 1998

Día	Temperatura (°C)		Lluvia (mm)	Insolación (h)	Presión atmosférica (hPa)		Sistema atmosférico (12 GMT)
	máx.	mín.			máx.	mín.	
1	20,6	13,4	0	4,2	954,3	952,3	FPA
2	20,6	13,4	19	3,1	953,5	952,8	FPA/SPC
3	25,9	10,9	0	9,4	954,7	953,4	SPA
4	22,3	14	0	0,5	953,2	951,9	DCC
5	21,6	12,1	30,5	4,5	953,1	951,1	FPA
6	22,8	12,6	0	8,1	954,3	952,4	DCC/SPA
7	23,8	11,7	0	6	955,8	953,4	SPA
8	23,6	14,4	1	2,7	956,2	954,6	STA/INW
9	19,1	16	29,9	0	955	953,4	STA/INW
10	22,2	15,6	1,5	0,9	955	952,6	DCC/INW
11	22,6	16,4	0,2	4,5	953,2	952,6	DCC
12	27	17	1,8	6,4	953,9	951,1	FPA
13	30,4	19,1	0,4	7,6	953,3	952,8	DCC/INW
14	24,9	18,2	9,5	2,5	954,3	950,3	FPA
15	26,4	18,4	3,6	4,9	954	952,3	DCC
16	29	19,3	0	1,7	955,2	953,5	SPA/DCC
17	27,8	20,9	0	2,7	954,3	951,1	DCC
18	24,9	17,6	0	4,7	951,9	947	DCC/INW
19	27,4	16,2	15,7	7,2	950,4	948,3	DCC
20	29,3	19,3	0	6	954,2	952,4	DCC
21	30,3	19,8	0	7	954,4	953	DCC

22	31,2	19	0	8,9	955,5	953,5	DCC
23	29,2	16,8	0	8,5	955,1	951,8	STA
24	31,5	21,1	0	9,1	952,7	950	STA
25	31,6	18,3	0	9,2	952,4	950,4	DCC
26	24,7	15,4	0	3,2	953,6	951,6	DCC/FPA
27	21,2	12,1	0	8,4	954,8	952,6	SPC
28	23,8	11,5	0	4	954,4	952,8	SPC/DCC
29	25,4	14	0	8,2	957,8	955,4	DCC
30	25,8	12,4	0	10,2	959,6	957,2	SPA
31	25,6	11,7	0	9,5	959,5	956,3	SPA
Total			113,1	173,8			
Nº de días de lluvia:			11				

Tabla 3. Variación diaria de los elementos climáticos en superficie (observatorio de Maringá) y los sistemas atmosféricos actuantes. Septiembre de 1998

Día	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)		Lluvia (mm)	Insolación (h)	Presión atmosférica (hPa)		Viento (GMT)			Sistema atmosférico (12 GMT)
	med.	máx.	mín.	máx.	mín.			máx.	mín.	12 dir.	18 dir.	24 dir.	
1	22,6	27,7	15,8	74	47	0,0	8,3	954,0	950,9	NE	NE	NE	Spt
2	23,8	28,7	17,5	60	35	0,0	9,1	955,9	950,4	NE	NE	NE	STA
3	24,1	31,1	19,7	73	36	0,0	5,4	952,0	949,4	NE	E	SW	STA/DCC
4	18,1	20,1	17,2	97	87	25,5	0,0	954,3	950,2	NW	C	NE	FPA
5	19,4	20,8	16,7	97	90	13,2	0,0	952,6	951,4	NE	C	C	FPA
6	18,8	21,4	16,1	98	88	1,9	0,0	953,9	951,4	NE	E	SE	FPA
7	18,1	19,0	16,4	97	96	42,5	0,8	952,0	948,2	C	C	E	DCC/INW
8	17,2	18,8	15,6	100	92	32,4	9,8	952,8	950,8	C	C	C	FPA
9	18,6	23,3	14,7	96	73	15,1	10,0	956,6	955,8	SE	S	C	DCC/SPA
10	21,0	25,9	14,0	77	50	0,0	9,0	957,2	953,0	E	NE	E	Spt
11	25,6	31,0	15,4	72	48	0,0	3,2	953,1	950,0	NE	N	NE	STA/DCC
12	28,8	32,9	21,8	54	40	0,0	6,2	950,2	947,4	NE	NW	NE	DCC/INW
13	24,7	29,1	21,5	70	58	0,0	4,7	952,6	950,4	C	SE	C	FPA
14	24,0	28,3	19,2	73	54	0,0	8,6	953,9	951,2	NE	NE	NE	FPA
15	23,7	28,6	17,0	79	60	0,0	8,7	953,8	951,4	SE	N	C	SPA
16	23,9	29,2	16,3	72	55	0,0	2,9	954,2	951,0	NE	NE	NE	Spt
17	26,0	31,0	17,7	67	46	0,0	0,0	951,6	947,2	C	NE	C	DCC
18	27,3	31,2	21,8	73	55	0,0	0,0	949,9	948,0	C	SW	SE	DCC/ FPA
19	18,8	26,0	16,0	99	91	0,2	0,0	955,1	953,4	NE	C	C	FPA
20	16,5	20,0	14,4	98	90	41,3	0,0	957,2	955,1	SE	C	SE	FPA/SPA
21	17,6	22,4	13,2	100	62	6,4	5,3	957,2	954,6	SW	SW	SW	SPA/DCC
22	20,4	25,0	12,7	73	39	0,0	10,7	955,9	954,1	SE	E	C	SPA
23	21,1	26,4	12,1	61	42	0,0	10,8	956,7	955,2	NE	SE	NE	Spt
24	23,3	29,9	12,1	57	48	0,0	10,5	956,8	952,2	E	NE	SE	STA
25	19,3	23,5	17,0	87	79	0,1	0,8	955,1	950,3	S	SE	SE	STA/INW
26	17,9	20,2	16,0	98	90	3,9	0,0	954,3	949,4	SW	NE	C	DCC/INW

27	18,5	20,7	16,8	99	83	9,9	0,0	949,5	947,1	NE	C	C	FPA
28	19,2	21,7	16,6	99	95	68,0	0,2	952,3	948,4	NE	N	NE	FPA
29	20,0	22,2	18,4	98	89	50,3	0,1	956,0	954,0	C	C	C	FPA
30	19,5	21,7	17,5	100	83	8,9	0,9	955,9	954,4	E	NE	NE	DCC
Media	21,3	25,3	16,6										
Total						319,6	126,0						
Nº de días de lluvia:	15												

Tabla 4. Variación diaria de los elementos climáticos en superficie (observatorio de Maringá) y los sistemas atmosféricos actuantes. Julio de 1999

Día	Temperatura (°C)		Lluvia (mm)	Insolación (h)	Presión atmosférica (hPa)		Sistema atmosférico (12 GMT)
	máx.	mín.			máx.	mín.	
1	22	13,2	0	6,6	956,3	953,5	SPA
2	26	15	0	6,2	953,1	950	STA/INW
3	28	18,8	0	4,8	950,8	948,7	DCC/FPA
4	18	16,1	15,8	0	955,5	953,6	FPA
5	17	13,4	42,1	0	959,6	959,2	FPA
6	17	12,7	34,1	0	959,6	958,2	FPA
7	21	13,9	8,4	2,1	958,4	957	SPC
8	23	12,7	0	5,7	959,2	956,2	SPC
9	22	11,5	0	5,9	958,6	957	SPA
10	23	12,1	0	9,4	959,5	956,8	STA
11	24	14,4	0	9,3	959,9	957,2	STA
12	25	14,4	0	9,6	959,9	958,4	STA
13	24	12,9	0	9,7	960	957,8	STA
14	26	15,4	0	9,5	958,2	955,2	STA
15	27	14,8	0	9,7	956,8	954,7	STA
16	27	16,2	0	9,3	956	953,9	FPA
17	27	15,2	0	9,5	957,8	955,9	DCC/SPC
18	26	14,7	0	9,3	957,1	955	SPt
19	26	17,7	0	0,6	955,4	953,2	DCC/INW
20	25	16,8	0	7,8	955	953	FPA
21	24	11,6	0	7,9	957,1	956	SPC
22	24	12,9	0	9,4	957,9	956,3	SPC
23	25	15,6	0	7,5	957,6	955,6	SPt
24	26	16,3	0	7,5	957,6	954,7	SPt
25	28	16,2	0	9,2	958	954,8	STAc
26	30	17,3	0	8,4	956	953,1	STA
27	30	19,2	0	7,2	956,3	953,5	STA/DCC
28	28	17,3	0	9,3	957,2	955,1	SPA
29	27	16,6	0	9,4	956,3	953,6	SPt
30	29	18,3	0	6,1	956,3	954,3	DCC/FPA
31	24	12,2	0	8,5	956,3	955,5	SPC

Total			100,4	215			
Nº de días de lluvia:			4				

Tabla 5. Variación diaria de los elementos climáticos en superficie (observatorio de Maringá) y los sistemas atmosféricos actuantes. Agosto de 1999

Día	Temperatura (°C)		Lluvia (h)	Insolación máx.	Presión atmosférica (hPa)		Sistema atmosférico (12 GMT)
	máx.	mín.			mín.	mín.	
1	25,2	11,1	0	9,7	958,7	956,8	SPt
2	25,4	13,1	0	9,7	959,2	956,6	STA
3	27,6	14,2	0	9,6	957,9	955,9	STAc
4	26,8	13,9	0	9,4	958,2	955,6	STAc
5	27,1	14,8	0	9,3	955,9	952,6	STA
6	28,6	18,5	0	8,8	954,2	951,6	STA
7	24,8	14,9	0	1	955,9	953,5	FPA
8	22,9	7,7	0	9,6	958,4	955,8	SPC
9	27,3	9,5	0	9,4	957,2	955	SPC
10	30,7	12,8	0	8,9	956,2	953,8	SPt
11	32,2	17	0	9,5	955	952,8	STA
12	31,4	20,6	0	9,2	953,9	950,6	STA
13	30,6	16,3	0	6	951,2	948,3	FPA
14	16,2	8,6	0	2,9	962,3	957,5	SPC
15	14,1	1,9	0	9,8	965,8	963,4	SPC
16	19,9	5	0	9,8	965,1	962	SPC
17	22,4	10,4	0	9,6	961,4	958,3	SPt
18	25,7	13,4	0	9,5	958	955,6	STA
19	28,3	15,8	0	9,5	958,4	956,7	STA
20	28,7	17	0	9,4	959,4	956,8	STA
21	29,7	18,1	0	9,9	957,1	956,4	STA
22	30,5	18,6	0	10,1	958,2	954,4	STA
23	30,9	18,8	0	9,3	956,8	954	STA
24	29,3	18,8	0	9,3	957,4	955	STA
25	30,2	18,9	0	8,9	957,6	954,8	STA
26	31,6	19,7	0	6	955,9	952,4	FPA
27	31,9	20,2	0	8	954	951	DCC/STA
28	31,3	19	0	6,7	952,7	951	FPA
29	32,9	19,6	0	0	954	951,4	DCC
30	33,4	23,2	0	7	954,2	951,1	STA
31	34,3	23,6	0	8,4	952,7	950,4	STA
Total				254			
Nº de días de lluvia:			0				

Tabla 6. Variación diaria de los elementos climáticos en superficie (observatorio de Maringá) y los sistemas atmosféricos actuantes. Septiembre de 1999

Día	Temperatura (°C)		Lluvia (h)	Insolación máx.	Presión atmosférica (hPa)		Sistema atmosférico (12 GMT)
	máx.	mín.			mín.	mín.	
1	33,7	22,5	0	9,6	954	950,3	STA
2	33,7	21,9	0	10,6	952	949,8	STA
3	34,1	19,3	0	10,3	952	949,5	STA
4	34,1	21,9	0	8,2	953	950	STA/DCC
5	32,6	22	0	6,3	950	947	DCC
6	27,7	20,8	0	0,3	950	946,6	FPA
7	34,1	23	0	0	948	943,8	DCC/STA
8	35	22	0	5,2	946	943	DCC/FPA
9	23,8	18,6	6,6	0	951	950,2	FPA
10	24,9	16	9,9	7,1	954	953	DCC/SPA
11	25	13,5	0	7,2	955	951,6	SPA
12	27,2	14,4	0	9,5	953	949,4	SPt
13	30,5	16,4	0	10,3	952	947	STA
14	31,4	17,4	1,9	4,4	948	942,3	STA/DCC
15	22,5	16	32,5	4,9	953	951,5	FPA
16	25,8	12,5	0	9,5	957	955,2	SPC
17	29,3	13,5	0	11,1	957	953,6	SPA
18	29,7	16,1	0	10,2	955	951,9	SPt
19	30,4	19,7	0,2	9,1	955	951,5	DCC/INW
20	30,3	16,9	0	9,6	957	953,4	DCC
21	30,6	17,2	0	7,8	955	951,9	DCC
22	29,7	19,7	0	6,8	954	952,2	DCC
23	25,9	14,6	0	9,9	958	954,6	SPA
24	24,3	11,6	0	10,7	959	955	SPA
25	27,1	11	0	11,1	956	951,8	SPA
26	31,1	16,4	0	10,7	954	950,7	STA
27	32,9	18,1	0	10,8	954	950,7	STA
28	28,2	16,2	0	8,7	952	947,8	STA
29	32	20,3	0	3,4	950	949,2	FPA
30	28,9	18,3	1,2	8,7	951	948,3	FPA/DCC
Total			52,3	232			
Nº de días de lluvia:			6				

El análisis correlacionado de los atributos climáticos y de los sistemas atmosféricos actuantes sobre el área en estudio revela que el invierno de 1998 se caracterizó como lluvioso, totalizándose 491,7 mm, en el trimestre (julio, agosto y septiembre). Desde el punto de vista térmico no se registraron temperaturas muy bajas: el registro más bajo de ese invierno fue el del día 10 de julio - 6,6° C-, como consecuencia de la actuación del Sistema Polar Atlántico (1030,0 hPa), el cual penetró en la región después del paso de un frente frío que provocó lluvias en Maringá.

El invierno de 1999 se caracterizó como seco, totalizándose apenas 152,7 mm de lluvia en el trimestre julio, agosto y septiembre. Con relación a las temperaturas, se observó una acentuada amplitud térmica; las temperaturas más bajas ocurrieron el 15 de agosto, registrándose una mínima de 1,9°C, consecuencia de un vigoroso Sistema Polar Continental (SPC) con 1042,0 hPa. Ese anticiclón había avanzado por el extremo sur de la cordillera andina y penetró tras un sistema frontal que alcanzó el norte de Paraná el día 13, sin provocar lluvias en Maringá.

Realizado el análisis sinóptico de los sistemas atmosféricos y de los tipos de tiempo en Maringá-PR para los inviernos de 1998 y 1999, se procuró sintetizar la génesis cuantitativa de la pluviosidad y las oscilaciones o actividades del FPA durante los períodos estacionales referidos. Comparando los inviernos de 1998 y 1999 (Tabla 7) se constató que el FPA fue el sistema atmosférico que presentó mayor actuación en la génesis de las lluvias durante los períodos invernales en discusión: el 70,7% (347,5 mm) en 1998 y el 98,6% (150,6 mm) en 1999.

Tabla 7. Comparación de la génesis cuantitativa de la pluviosidad de invierno. Maringá, 1998-1999

Sistema atmosférico (12 GMT)	Invierno 1998		Invierno 1999	
	(mm)	(%)	(mm)	(%)
FPA	347,5	70,7	150,6	98,6
FPA/SPA	6,4	1,3	0,0	0,0
FPA/DCC	14,2	2,9	0,0	0,0
FPA/SPt	0,0	0,0	0,0	0,0
STA/FPA	0,0	0,0	0,0	0,0
DCC	24,6	5,0	0,0	0,0
DCC/STA	24,8	5,0	2,1	1,4
STA/INW	34,9	7,1	0,0	0,0
STA/DCC/INW	0,0	0,0	0,0	0,0
DCC/INW	39,3	8,0	0,0	0,0
Total	491,7		152,7	

Fuente: SILVEIRA, 2003 (Elaborado a partir de: INMET/UEM y IPMet/UNESP –1998, 1999-)

La participación de la DCC/INW en la génesis de la lluvia en el área en estudio ocupó el segundo lugar en el invierno de 1998 (8,0%); en el invierno de 1999 su puesto fue ocupado por la actuación de la DCC/STA, con apenas 1,4 % sobre el total estacional. A lo largo del período invernal de 1998 un mayor número de sistemas atmosféricos tuvo participación en la génesis de la lluvia. Tales eventos estuvieron siempre correlacionados con la actuación del FPA o de la DCC o de la INW, que generalmente ocurrieron en situaciones pret-frontales y post-frontales; los porcentajes de participación en la génesis de la pluviosidad se presentaron bajos, de un máximo del 5%.

3. CONSIDERACIONES FINALES

Durante los dos inviernos estudiados el 100% de la pluviosidad tuvieron su génesis asociado al Frente Polar Atlántico, bien en solitario, bien asociado a otro sistema atmosférico, y a consecuencia de inestabilidades pret-frontales o post-frontales. Durante el invierno de 1998 se

constató el paso de quince eventos relacionados con el Frente Polar Atlántica sobre el área en estudio y doce durante el invierno de 1999, observándose una diferencia de apenas tres pasajes. Sin embargo, el total pluviométrico del período invernal de 1998 fue de 491,7 mm, mientras que en 1999 ese total fue de apenas 152,7 mm, un 68,9% por debajo del anterior.

De ese modo, se constató que las lluvias estuvieron más relacionadas con las combinaciones del FPA con otros sistemas atmosféricos y con el tiempo de permanencia del frente sobre la región (1998) que con su frecuencia de aparición, generalmente rápida (1999). Por su parte, las temperaturas bajas de 1999 estuvieron relacionadas con vigorosos anticiclones extratropicales que penetraron tras frentes de rápido desplazamiento y con características continentales (SPC).

4. REFERENCIAS

- MARTIN VIDE, J. y OLCINA CANTOS, J. (1996). *Tiempos y climas mundiales*. Oikos-tau, Barcelona, 308 pp.
- MONTEIRO, C.A. (1969). *A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil*. Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: IGEOG/USP, Série Teses e Monografias, 1.
- MONTEIRO, C.A. (1971). "Análise rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho." *Climatologia, São Paulo*, 1, pp. 1-21.
- SILVEIRA, L.M. (2003). *Análise rítmica dos tipos de tempo no Norte do Paraná, aplicada ao clima local de Maringá-PR*. Tese Doutorado em Geografia Física; Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 505 pp.
- SORRE, M. (1951). *Les fondaments de la Geographie Humaine: les fondements biologiques*. Armand Colin, Paris.
- INSTITUTO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS (IPMet) (1997; 1998; 1999). *Cartas sinóticas meteorológicas*. Bauru, Escala: 1:150.000.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) (1998; 1999). *Boletim Meteorológico*. Maringá, PR.

