Biblioteca Digital
F C E N - U B A

BIBLIOTECA CENTRAL LUIS F LELOIR
BIBLIOTECA CENTRAL LELOIR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES UBA

Tesis de Posgrado

Estudio climático de la precipitación del Brasil Meridional asociado con fenómeno extrarregionales

Nery, Jonas Teixeira

1996

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:
Nery, Jonas Teixeira. (1996). Estudio climático de la precipitación del Brasil Meridional asociado con fenómeno extrarregionales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2836_Nery.pdf

Cita tipo Chicago:
Nery, Jonas Teixeira. "Estudio climático de la precipitación del Brasil Meridional asociado con fenómeno extrarregionales". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1996.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2836_Nery.pdf

EXACTAS UBA
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

UBA
Universidad de Buenos Aires

Dirección: Biblioteca Central Dr. Luis F. Leloir, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA - Tel. (++54 +11) 4789-9293

Contacto: digital@bl.fcen.uba.ar

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA PRECIPITACIÓN DEL BRASIL MERIDIONAL ASOCIADO CON FENÓMENO EXTRARREGIONALES

Jonas Teixeira Nery

Tesis presentada para optar al título de Doctor en Ciencias de la Atmósfera

1996

Director de Tesis: Dr. Walter M. Vargas

ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA PRECIPITACIÓN DEL BRASIL MERIDIONAL ASOCIADO CON FENÓMENOS EXTRARREGIONALES

Jonas Teixera Nery

Palabras claves: Lluvia, región, clima, variabilidad, ENSO

RESUMEN

Fluctuaciones en escala estacional e interanual de la precipitación en Brasil Meridional correspondientes a los Estados de San Pablo, Paraná, Santa Catarina y Rio Grande del Sur fueron estudiadas, utilizando datos del DAEE y DNAEE.

El período utilizado fue de 1948-1988 para el estudio estacional y en la escala interanual se utilizó el mayor período posible para cada Estado. San Pablo por ejemplo, fue estudiada teniendo en cuenta el período de 1940 a 1988.

En la escala estacional se buscó tipificar la precipitación en cada provincia y entender la variabilidad de la misma en el período de verano (6 meses) e invierno (6 meses), utilizando distintos parámteros estadísticos. Se buscó filtrar los procesos determinísticos, como por ejemplo, la onda anual muy marcada en San Pablo y en la costa de Paraná y Santa Catarina. A través del análisis armónico se elegi el mejor filtro para obtener una serie donde otros procesos no conocidos estuviesen presentes. Se realizó el estudio de persistencia a través de la función de autocorrelación.

En la escal interanual, se estudió la relación de la precipitación en San Pablo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande del Sur, Sur de Brasil y Brasil Meridional, con la Oscilación Sur (OS). Los resultados mostraron que virtualmente todas las fluctuaciones interanuales más significativas en la precipitación en el área de estudio estuvieron asociadas con las fases extremas de la OS. La característica más importante en la manisfestación de la OS fue la persistencia de anomalías débiles y moderadas por varios meses. Aunque la señal de Oscilación Sur resultó estadísticamente significante, se verificó que una unica fase de la OS, sea positiva o negativa, puede resultar tanto en precipitación sobre o abajo lo normal.

CLIMATE STUDY OF THE PRECIPITATION OVER SOUTHERN BRAZIL RELATED TO EXTRAREGIONAL PHENOMENA

Jonas Teixera Nery

Key Words:
Rain, region, climate, variability, ENSO

ABSTRACT

The interanual, seasonal fluctuations of precipitation in the Meridional Brazil (S. Paulo, Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul) were analysed. The meteorological data were collected at 127 station by Departamento Nacional de Agua e Energia Elétrica, DNAEE.

These data, comprising the years 1948 to 1988, of the seasonal study and interanual scale is the long record posible of each State. São Paulo, for example were studied in the years 1940 to 1988.

The seasonal scale were studied to classify the precipitation in each State and to understand the winter (six months) and summer (six months) variabilities. We have used different statistical methods, such as mean, correlation, standard deviation.

Several filters were used to obtain the series without annual wave. Through Fourier transform we have chosen the best filter to get a series with other unknown process. In these new series, the persistence was studied with the autocorrelation function.

The interanual fluctuations were studied through the relation of the precipitation in São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, South of Brazil and Meridional Brazil with South Oscilation (SO). Virtually all significant variations were associaed with extreme phases of the SO. It has also been verified that the most important caracteristic of the SO effect is the persistence of weak precipitation anomalies for several months.

Although statisticaly significant the SO signal can be associated with either above or below normal precipitation.

A: Maíra L. Nery

AGRADECIMENTOS

Agradezco al Dr. Walter M. Vargas por la confianza que depositó en mi, desde mis primeros años en la investigación.

Al Departamento Nacional de Agua y Energia Eletrica por proveer la información meteorológica de Paraná, Santa Catarina y R. G. del Sur para la realización de este trabajo.

Al Departamento de Agua y Energia, de San Pablo, por proveer la información meteorológica necesaria para la realización de este trabajo.

Al investigador Shigetoshi Sugahara por sus sugerencias y comentarios en la discusión de resultados.

A la tecnica Maria de Lourdes O. F. Martins por sus sugerencias, comentarios y dedicación en las discusión de los resultados.

A los amigos del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y al amigos del CIMA por sus compañerismo y valiosa ayuda, especialmente en los años que realicé este trabajo fuera de mi país.

Al Consejo Nacional de Investigaciones, de Brasil.

RESUMEN

Fluctuaciones en escala estacional e interanual de la precipitación en Brasil Meridional correspondientes a los Estados de San Pablo, Paraná, Santa Catarina y Rio Grande del Sur fueron estudiadas, utilizando datos del DAEE y DNAEE.

El período utilizado fue de 1948-1988 para el estudio estacional y en la escala interanual se utilizó el mayor período posible para cada Estado. San Pablo por ejemplo, fue estudiada teniendo en cuenta el período de 1940 a 1948.

En la escala estacional se buscó tipificar la precipitación en cada província y entender la variabilidad de la misma en el período de verano (6 meses) e invierno (6 meses), utilizando distintos parámetros estadísticos. Se buscó filtrar los procesos determinísticos, como por ejemplo, la onda anual muy marcada en San Pablo y en la costa de Paraná y Santa Catarina. A través del análisis armónico se elegi el mejor filtro para obtener una serie donde otros procesos no conocidos estuviesen presentes. Se realizó el estudio de persistencia a través de la autocorrelación.

En la escala interanual, se estudió la relación de la precipitación en San Pablo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande del Sur, Sur de Brasil y Brasil Meridional, con la Oscilación Sur (OS). Los resultados mostraron que virtualmente todas las fluctuaciones interanuales más significativas en la precipitación en el área de estudio estuvieron asociadas con las fases extremas de la OS. La característica más importante en la manifestación de la OS fue la persistencia de anomalías débiles y moderadas por varios meses. Aunque la señal de Oscilación Sur resultó estadísticamente significante, se verificó que una única fase de la OS, sea positiva o negativa, puede resultar tanto en precipitación sobre o abajo lo normal.

LISTAS DE INDICES

AENOS - Anti El Niño - Oscilación Sur

ANOVA - Análisis de Varianza

C_{in} - Coeficiente de la Función Temporal Asociada a la Ei

CPTEC - Centro de Prognóstico

DAEE - Departamento de Agua y Energía Elétrica

DCRH/CAEEB - Directorio Central de Recursos Hídricos

E - Este

e_i - i-ésimo autovector

ENOS - El Niño - Oscilación Sur

EOF - Función Ortogonal Empírica

F (ν_1, ν_2) - Distribución de la probabilidad de Fisher-Snedecor

INPE - Insituto Nacional de Pesquisas Espaciales

IOS - Indice de Oscilación Sur

NE - Nordeste

NO - Noroeste

OS - Oscilación Sur

PNM - Presion del Nivel del Mar

PROHD - Programa de Homogenización de los Datos

ROL - Radiación de Onda Larga Emitida para el Espacio

RV - Razón de Varianza

TSM - Temperatura de la Superfície del Mar

V_t - Varianza Temporal

V_s - Varianza Espacial

ZCAS - Zona de Convergencia del Atlántico Sur

ZCIT - Zona de Convergencia Intertropical

μ - Promedio de los Datos de Precipitaciones

σ - Desvío Standar de los Datos de Precipitaciones

LISTAS DE LAS FIGURAS

FIGURA 1 - Distribución espacial de las estaciones utilizadas en este trabajo.

FIGURA 2 - Isolíneas de las altitudes de las estaciones del Brasil Meridional.

FIGURA 3 - 3A) Patrón espacial de la primera componente de EOF's de anomalias mensuales de precipitaciones (filtradas por el promedio móvel triangular de 12 meses, explicando 29.15% de la varianza total). Tanaka et alii (1988).
3B) Coeficientes temporales asociados al patrón de la figura 3A.

FIGURA 4 - Promedio de la precipitación, período 1948-1988, para el Brasil Meridional. Isolíneas hechas envolucrando todas las 127 estaciones

FIGURA 5 - Isolíneas del desvio estandar de las precipitaciones del Brasil Meridional, para el período 1948-1988.

FIGURAS 6 y 7 - Análisis multivariado (cluster) para hacer la clasificación de las estaciones de precipitación de S. Pablo, Paraná, S. Catarina y R.G.del Sur.

FIGURA 8 - Gráficos del promedio e del desvio estandar de las series originales de San Pablo y Paraná.

FIGURA 9 - Gráficos del promedio y desvio estandar de las series originales de S.Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 10 - Gráficos del modulo de $(X(I)-\overline{X})$ de las precipitaciones de S. Pablo y Paraná.

FIGURA 11- Gráficos del modulo de $(X(I)-\overline{X})$ de las precipitaciones de S.Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 12 - Gráficos del modulo de $(X(I)/\overline{X})-1$ de las precipitaciones de S. Pablo y Paraná.

FIGURA 13 - Gráficos del modulo de $(X(I)/\overline{X})-1$ de las precipitaciones de S. Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 14 - Gráficos del modulo de $(X(I)-\overline{X})/\sigma$ de las precipitaciones de S. Pablo y Paraná

FIGURA 15 - Gráficos del modulo de $(X(I)-\overline{X})/\sigma$ de las precipitaciones de S. Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 16 - Correlograma de las series originales de precipitaciones de S. Pablo y Paraná.

FIGURA 17 - Correlograma de las series originales de precipitaciones de S. Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 18 - Correlograma del modulo de $(X(I)-\overline{X})/\sigma$ de las series de precipita- ciones de S. Pablo y Paraná.

FIGURA 19 - Correlograma del modulo de $(X(I)-\overline{X})/\sigma$ de las series de precipita- ciones de S. Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 20 - Análisis espectral de las series originales de precipitaciones de San Pablo y Paraná.

FIGURA 21 - Análisis espectral de las series originales de precipitaciones de S. Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 22 - Análisis espectral del modulo de $(X(I)-\overline{X})/\sigma$ de las series de precipitaciones de S. Pablo y Paraná.

FIGURA 23 - Análisis espectral del modulo de $(X(I)-\overline{X})/\sigma$ de las series de precipitaciones de S. Catarina y R.G. del Sur.

FIGURA 24 - Correlación en función de las distancias de las estaciones del Brasil Meridional.

FIGURA 25 - Correlación en función de las distancias para cada provincia del Brasil Meridional, período de invierno (06 meses) y verano (06 meses).

FIGURA 26 - Indices estandarizados de las precipitaciones de S. Pablo, Paraná, S. Catarina, R. G. del Sur, Sur de Brasil y Brasil Meridional.

FIGURA 27 - Indices obtenidos a traves del EOF's (factor scores), para cada provincia y para el Sur de Brasil y Brasil Meridional.

FIGURA 28 - Índices obtenidos a traves de EOF's para cada región clasificada por el metodo de Análisis de Agrupamento (cluster).

FIGURA 29 - Graficos correspondiente a las composiciones relativas a los años de El Niño, para cada provincia del Brasil Meridional.

FIGURA 30 - Composiciones de TSM para cuatro areas "claves" de ENOS (Niño 1, Niño 2, Niño 3 y Niño 4).

LISTAS DE GRAFICOS DE LOS ANEXOS

FIGURA 31 - Dendograma de las provincias de San Pablo y Paraná.

FIGURA 32 - Dendograma de las provincias de S. Catarina y R. G. del Sur.

FIGURA 33 - Estructura de la precipitación total mensual del período 1948 - 1988, del Brasil Meridional.

FIGURA 34 - Estructura del desvio estandar de la precipitacióntotal mensual del período 1948 -1988, del Brasil Meridional.

FIGURA 35 - Coeficiente de variación para distintas estaciones del Brasil Meridional.

FIGURA 36 - Estructura de la asimetria para distintas estaciones del Brasil Meridional.

FIGURA 37- Análisis armonico de las series originales de precipitaciones de San Pablo y Paraná.

FIGURA 38 - Análisis armonico de las series originales de precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

FIGURA 39 - Distribución espacial de los armonicos representativos de la onda anual. Los numeros entre parentesis representan la varianza

explicada del armonico de la onda anual para las provincias de San Pablo y Paraná.

FIGURA 40 - Distribución espacial de los armonicos representativos de la onda anual. Los numeros entre parentesis representan la varianza explicada del armonico de la onda anual para las provincias de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

FIGURA 41- Índice estandarizado de la precipitación para la provincia de San Pablo, mes a mes.

FIGURA 42 - Índice estandarizado de la precipitación para la provincia de Paraná, mes a mes.

FIGURA 43 -Indice estandarizado de la precipitación para la provincia de Santa Catarina, mes a mes.

FIGURA 44 - Índice estandarizado de precipitación para la provincia de Rio Grande del Sur, mes a mes.

FIGURA 45 - Índice estandarizado de la precipitación para el Sur de Brasil, mes a mes.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Tabla de las estaciones utilizadas con sus respectivas latitudes, longitudes, altitudes y períodos correspondientes a cada una de ellas.

Tabla 2 - Cálculo del promedio, mediana, cuartil minimo, cuartil maximo, asimetria y curtosis.

Tabla 3 - Promedio del numero de dias con lluvias (precipitación por encima de 1 mm), promedio de lluvias y cantidades de precipitaciones (PP/DD), para un conjunto de estaciones del Brasil Meridional.

Tabla 4 - Para el armónico 41 (onda anual) los valores en porcentaje para la serie original y para cada filtro utilizado.

Tabla 5 - tablas del porcentaje de todos los meses para algunas estaciones y las combinaciones de tres meses: período seco (mayo/julio) y período húmedo (diciembre/febrero); combinación de seis meses: período seco (abril/septiembre), período húmedo (octubre/marzo). Además se calculó el porcentaje de períodos de tres meses consecutivos.

Tabla 6 - Estudio de las precipitaciones para cada año en relación a la media climatológica para cada período, en cada provincia (Anexo VII).

Tabla 7 - Índice de anomalias estandarizadas de precipitación mensual para cada provincia.

Tabla 8 - Variación temporal y espacial de las estaciones del Brasil Meridional.

Tabla 9 - Desvios de la precipitación estandarizadas de las provincias del Sur de Brasil, para los episodios frios de la Oscilación Sur.

Tabla 10 - Casos de ENOS considerados en las composiciones del índice de precipitaciones mensuales.

INDICE

ABSTRACT
RESUMEN
AGRADECIMIENTOS
LISTAS DE INDICES
INDICE
INTRODUCCION 01
1) DATOS Y ASPECTOS METODOLOGICOS 08
1.1 - Relleno de Series Incompletas 09
1.1.1 - Valores Puntuales 09
1.2 - Homogenización de las Series Elejidas 10
2) CARACTERISTICA CLIMATICA Y GEOGRAFICA DE LA REGION 12
2.1 - Región Sureste 13
2.2 - Región Sur 14
3) VARIACION INTERANUAL: RELACION CON LA OS 15
4) ASPECTOS METODOLOGICOS 17
4.1 - Estudio de la Tendencia 17
4.2 - Programa de Homogenización de los Datos 18
4.2.1 - Descripción de los Datos de Entrada 18
4.3 - Análisis Estadístico 19
4.4 - Análisis de Varianza 19
4.5 - Análisis Multivariado 20
4.5.1 - Distancia Eulideana 21
4.5.2. - Análisis Tipológico 21
4.5.3 - Determinación del Numero de Grupos 23
4.6 - Función de Autocorrelación 24
4.7 - Análisis Espectral 25
4.8 - Series Temporales de Indices de Precipitaciones 27
5) DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 30
5.1 - Consistencia de los Datos 30
5.2 - Estudio de la Tendencia 31
5.3 - Campos Medios de Precipitaciones 31
5.4 - Estadística Descriptiva 32
5.5 - Meses más Lluviosos y más Secos 41
5.6 - Estudio de Variabilidad Interanual 42
5.6.1 - Estudio del Indice de Anomalías de la Precipitación 43
5.6.2 - Indice de Precipitación Mensual Centradas en Años de El Niño 47

5.6.3 - Composición en Relación a Episodios Fríos 49
6) CONCLUSIONES 50
TABLAS 53
MAPAS 59
BIBLIOGRAFIA 61
MAPAS 68
GRAFICOS 75
ANEXOS 97
Anexos I - Datos de precipitación de DAEE SP y DNAEE PR, SC, RS 98
Anexos II - Análisis Armonicas de la Serie 101
Anexos III - Cálculos del promedio, mediana, minimos, maximos, cuartiles inferior, cuartiles superior, desvio estandar, asimetria, curtosis, coeficiente de variación. 108
Anexo IV Propiedades Básicas de las Series. 109
Anexo V - Estudio de las precipitaciones para cada año en relación a la media climatológica para cada período, en cada provincia 116
Anexo VI - Indices de anomalias, anuales, de precipitaciones 117
Anexo VII - Indices de anomalias, mensual, de precipitaciones 121
Anexo VIII - Dendogramas de las precipitaciones de cada provincia 127
Anexo IX - Porcentaje de precipitación en relación ao promedio del período 129

INTRODUCCIÓN

Algunos casos de anomalías de precipitación en el sur de Brasil están ligados a fenómenos externos específicos. Por lo tanto es muy importante el estudio de la circulación de la atmósfera, en esos casos, para mejorar el entendimiento de los procesos que interactúan en esta región. Según diversos estudios, Kousky et al. (1984), las anomalías de precipitación en Brasil están asociadas al fenómeno Oscilación Sur - El Niño.

Kousky y Cavalcanti (1984), concluyeron que, durante el período de El Niño de 1982 - 1983 (fase negativa de la Oscilación del Sur), una corriente en chorro subtropical bien marcada sobre la América del Sur y al este del Océano Pacífico Sur juntamente con varias situaciones de bloqueo en latitudes medias favorecieron el ingreso de sistemas frontales activos en el Sur de Brasil. Esto explica la excesiva precipitación observada en esta región, en ese período.

También Rao y Hada (1988), mostraron que la variabilidad de las lluvias en el extremo sur de Brasil es significativa y que algunas anomalías globales en el comportamiento atmosférico pueden influir en el campo de precipitación de esta región.

En casos de sequía en el sur de Brasil existen algunas indicaciones de que las anomalías de precipitación están ligadas a anomalías de nubosidad y del flujo en nivel global. Casarin (1982) estudió una situación de circulación atmosférica anómala que ocurrió en enero de 1979 sobre América del Sur. En este evento pudo observarse una circulación anticiclónica persistente sobre el Océano Pacifico Sur y al mismo tiempo ocurrió una bifurcación del flujo en la troposfera asociada a una cuña centrada aproximadamente en 135° W. En la parte este de la cuña localizada sobre la América del Sur hubo una subsidencia que provocó sequía en esta región de estudio.

En el Atlántico, el efecto de la corriente marina de Brasil hace que la temperatura de agua sea mayor que en el Pacífico, lo que afecta el índice de evaporación y la advección sobre la región de estudio.

Los centros de presión que influyen sobre el desarrollo del tiempo, en escala continental, son los anticiclones subtropicales del Pacífico y del Atlántico, con posiciones medias alrededor de los 30° S y, también, el centro de baja presión denominado baja térmica del NO que se forma al este de los Andes.

Los frentes fríos son las causas principales de las precipitaciones en el sur de Brasil, Hoffmann (1975). La travesía de los frentes fríos hacia el norte, se acelera por efecto de la cordillera de los Andes. Junto con el avance del frente polar se producen procesos en los niveles altos de la atmósfera tales como vaguadas y ciclones, los que dirigen las acciones frontales principalmente sobre el tipo de nubosidad y precipitaciones. En primavera y verano se desarrollan, dentro de la masa de aire caliente, líneas de inestabilidad o de turbonadas que son franjas de nubosidad convectivas de gran alcance vertical que producen tormentas elétricas, Quinteros (1987).

Se nota que 1982 - 1983, fue un período de extremos climáticos muy marcados en todo el mundo. Estas anomalías del clima dieron una imagen dramática de la interacción del clima con la sociedad. Otras fluctuaciones no son tan globales, pero generan problemas sociales que necesitan de una vigilancia del clima en los diferentes estratos de la sociedad, Vargas et al. (1987).

Además del efecto de la precipitación hay evidencias de otras manifestaciones de la Oscilación Sur (OS) sobre las regiones del Brasil. Por ejemplo, el Instituto Brasileiro do Café publicó en sus boletines ocurrencias de heladas fuertes en 1957, 1965, 1966, 1969, 1972 y 1975 y heladas débiles en 1962, 1963 y 1964. Es importante observar que esas heladas, excepto las de 1962 y 1964, ocurrieron en los inviernos, en el hemisferio sur, en los cuales las anomalías de las TSM en la costa del Perú y Ecuador, eran positivas, Hamilton et al. (1978).

El estudio de extremos tiene, en primera instancia, una importancia que podríamos llamar estrictamente meteorológica, ya que es una propiedad de las series, que debe ser estudiada para una mejor evaluación del comportamiento general de la

atmósfera. Nobre et al. (1990), presentaron un nuevo análisis de la distribución de precipitación en la parte oeste y central de América del Sur Tropical, relacionando la variabilidad espacial y temporal, observadas con aspectos dinámicos de la circulación atmosférica.

En general, son concebibles en Climatología algunos procesos separables en escalas. En rigor, esto es una aproximación, pues la atmósfera constituye un sistema indivisible sobre la superficie del globo. Por ello, aunque no se pruebe, es posible imaginar que existen procesos climáticos de gran escala geográficos que esté conectados.

La precipitación es una variable meteorológica muy compleja, por su variabilidad temporal y espacial, de origen natural o antropogénico. En el sur de Brasil se puede verificar claramente tal complejidad, debido a diversos efectos de escala sinóptica y de mesoescala, además de una costa maritima muy extensa. Otro aspecto importante es que el área de estudio comienza en la latitud de 20° (subtropical) y termina en 30° (latitud media), aproximadamente.

Esto persigue, entre otras cosas, la concreción de ajustar series suficientemente extensas, homogéneas, con niveles de garantía mínimas en cada una de las estaciones y estimar las formas de las distribuciones de precipitación en cada uno de los puntos de la red. Independiente de la metodología empleada, es fundamental estudiar "*a priori*" las condiciones de los datos utilizables, en función, principalmente de la historia de la estación, de su calidad y de su representatividad espacial.

El régimen de precipitación de la región de interés ha sido poco estudiado, salvo los campos medios anuales y mensuales presentados por Hoffmann (1975) y por Nimer (1979). Asimismo, son prácticamente inexistentes los análisis sobre los errores, aunque se considera que en las referencias anteriores están incluidos para las estaciones que allí se usaron. Por lo tanto, los resultados obtenidos por los citados autores, son las referencias válidas del estado medio de las precipitaciones. Partiendo

de allí el estudio pluviométrico, que es interés primordial en esta tesis, debe abarcar una exhaustiva representación estadística.

El llamado Brasil Meridional está constituido por las provincias:

1) San Pablo, con superficie de 247.898 Km^2, representando 2.91% del total de la superficie brasileña. Localizado en la región sudeste, latitud: en el extremo norte de - 19° 46' 30"S extremo sur -25° 16' 06" S; longitud: extremo este -44° 09' 24"; extremo O -53° 08' 54". La provincia representa cinco unidades morfológicas distintas: a) la planicie costera, que es una estrecha faja constituida de terrenos sedimentares; b) la Sierra del Mar, es una área accidentada que se extiende paralela a la costa; c) el planalto cristalino, que comienza en el oeste de la Sierra del Mar, a 1000m de altitud; al norte se yergue la Sierra de la Mantiqueira; d) a seguir surge un valle periférico, con relieve ondulado y altitud alrededor de 800m y; e) el planalto occidental, cubre 50% del área de la provincia.

La cuenca del río Paraná es la más importante, tanto en área como en potencial hidráulico. Predomina el clima tropical, que comprende la mayor parte de la provincia, con temperaturas medias anuales de 18° a 20° C y pluviometría oscilando entre 1000 y 1500mm.

2) Paraná, con una superficie de 199.554Km^2 representando 2.34% del total del territorio brasileño. Ubicada en la región sur entre las latitudes de - 22° 29' 30" S en el extremo norte y - 26° 42' 59" S en el extremo sur. Longitudes de - 48° 02' 24" extremo este y - 54° 37' 38" extremo oeste. La provincia del Paraná es formada por planaltos, una bajada costera y las sierras del Mar y Geral. La bajada comprende planicies aluviales y formaciones arenosas que se fragmentan formando la cuenca del Paranaguá. En la costa la Sierra del Mar forma macizos aislados donde surge el altiplano cristalino. El altiplano basáltico es el más grande de la provincia, haciendo límite con la Sierra Geral y el río Paraná, en la localidad de Siete Quedas. El clima en distintas regiones de esta provincia, varia con lluvias bien distribuidas, veranos calientes

y temperaturas anuales de 19° C y 1500 mm el índice pluviométrico. Casi toda la provincia está sujeta a heladas anuales y a nieve esporádicamente.

3) Santa Catarina con 95.985 Km^2 de área, representa el 1.13% del total de superficie brasileña. Está localizada en la región sur. Su latitud en el extremo norte es de - 25° 57' 33" S y en el extremo sur -29° 21' 48" S. Su longitud es de - 48° 62' 33" en el extremo este y en el extremo oeste de - 53° 50' 00" . El 70% de su territorio está sobre los 300m sobre el nivel del mar, siendo la topografía brasileña más irregular. La costa está formada por valles costeros y en el interior hay muchos valles de ríos que bajan de la Sierra del Mar. Su relieve es en gran parte de planalto basáltico que forman canales de basalto haciendo límite a este con la Sierra Geral. Su clima es subtropical húmedo en los veranos calientes y con temperatura media anual de 20°C y con una pluviometría de 1500mm anuales. En los veranos apacibles el clima subtropical registra temperaturas anuales de 16 a 18°C, siendo su invierno, riguroso. En algunas regiones de la provincia la media de heladas es de 25 días al año.

4) Río Grande del Sur con un área de 282.184Km^2 representa el 3.32% del territorio brasileño, localizada en el extremos sur de la región sur. En el extremo norte - 27° 03' 42" S y - 33° 45' 09" S en el extremos sur de latitud; con una longitud de - 49° 42' 41" al extremo este y - 57° 40' 57" al extremo oeste. El relieve de la provincia del extremo sur está formado por terrenos arenosos, con depresiones, donde se encuentran las grandes lagunas de Patos y Mirim. Al norte se localiza el planalto arenito - basáltico, con altitud media de 1200m. La planicie central está formada por suelos de la época paleozoica y no sobrepasa la altitud de 100m sobre el nivel del mar. Los ríos de Río Grande del Sur pertenecen a la cuenca del Uruguay, que es el principal río de la provincia. El clima es subtropical con veranos calientes e inviernos fríos, característico de casi toda la provincia. La temperatura media es 18°C y las lluvias son de 1500mm anuales. En las regiones más elevadas domina un clima subtropical con veranos templados e inviernos rigurosos, con una temperatura media de 16°C y un índice pluviométrico de 1300mm anuales. Las heladas ocurren en prácticamente toda la provincia y las nevazones son fuerte en el altiplano.

1) IMPACTO ECONÓMICO DEL CLIMA REGIONAL

La región sur de Brasil y San Pablo, aquí denominado Brasil Meridional, tienen una economía dependiente de la agricultura y, el desarrollo de ésta, se da en el período de verano. Es bien sabido que existe un estrecho vínculo entre la producción agrícola y las condiciones del tiempo que ocurren durante el ciclo de una determinada especie. También son conocidos los efectos altamente dañinos provocados por las anomalías de precipitación que ocurren en las regiones productores de alimentos. Estos efectos se traducen, muchas veces, en la pérdida casi total de la producción de una determinada región, provocando déficit de alimentos.

En 1993, la economía de Paraná, tuvo un perjuicio de 153 millones de dólares, debido a causas meteorológicas, (Departamento de Economía Rural, DERAL, de la Secretaría de Agricultura). Aunque debido a otro fenómeno meteorológico, la helada fue la responsable por esta pérdida, es importante observar la necesidad de conocer los fenómenos atmosféricos y poder pronosticarlos.

Las pérdidas económicas ocasionadas por fluctuaciones del clima en el sur de Brasil, por ejemplo en 1982 - 1983, son considerables. San Pablo es la provincia de Brasil responsable por el 65% de la producción nacional. Tiene un parque industrial de 115 mil industrias, consume más de la mitad de la energía generada en el país. Es, también, el principal productor agrícola. Esta región sufre mucho con las oscilaciones del clima. En caso de sequía, se notan grandes problemas sociales además de problemas energéticos y de pérdidas en la producción agrícola. La provincia de Paraná es otra productora de granos que es afectada por los extremos climáticos. En 1982 - 1983, por las lluvias excesivas, tuvo pérdidas en diversos cultivos, como se infiere de la tabla siguiente:

Cultivos	Pérdidas (Toneladas)	Costos (Millones US$)
Maíz	750.000	156.1
Haba	260.000	135.5
Soja	185.000	78.0
Algodón	154.000	128.2
Papa	145.000	75.7
Café	23.000	66.9
Girasol	18.700	61.3
Arroz	17.000	72.5
Sorgo	10.000	1.7
Maní	6.000	1.0
TOTAL	1.568.000	777.6

Santa Catarina, también en el mismo período, tuvo pérdidas muy importantes, provocadas por la excesiva lluvia. En la producción de arroz, papas, habas, manzanas, maíz y soja, las pérdidas llegaron a 36.5% del total.

La precipitación de la provincia de San Pablo fue analizada por muchos autores. Monteiro (1969) y Tarifa (1975) mostraron la importancia de los sistemas frontales como mecanismos importantes de precipitación en el área de esta provincia. Vicentin y Tarifa (1984) y Gomes y Massambani (1984) trabajaron en las condiciones sinópticas asociadas a las lluvias intensas. Scolar et al.(1983), Lima (1989) y Silva Dias et al. (1986) estudiaron los sistemas convectivos de mesoescala y sus relaciones con las condiciones sinópticas.

OBJETIVOS

El presente estudio tuvo el propósito básico de investigar las precipitaciones del Brasil Meridional y sus fluctuaciones, en escalas temporales variando desde oscilaciones interanuales hasta fenómenos intraestacionales. Los estudios fueron hechos de acuerdo con los objetivos particulares:

1) Desarrollar una climatología de las precipitaciones en el Brasil Meridional (San Pablo, Paraná, Santa Catarina y Rio Grande del Sur), con especial énfasis en las estructuras estadísticas regionales:

a) Tendencias locales y regionales;

b) Efectos antropogénicos provenientes de la medición y archivo de datos;

c) Efectos climáticos subregionales;

d) Homogeneidad regional;

e) Representatividad.

2) Encontrar las estructuras estadísticas temporales e espaciales que permitan regionalizar y estratificar la lluvia en el espacio y tiempo.

3) Relacionar las precipitaciones con algunas situaciones de ENSO y anti-ENSO, dentro del período de estudio.

1) DATOS Y ASPECTOS METODOLOGICOS

Los datos utilizados en este trabajo fueron obtenidos del Departamento Nacional de Agua e Energía Eléctrica, DNAEE de Brasilia y sus distritos en Porto Alegre y Rio Grande del Sur. Los datos de la provincia de San Pablo fueron suministrado por el Departamento de Agua e Energía Eléctrica, DAEE de S. Pablo. De aproximadamente 600 estaciones de precipitación fueron seleccionadas 127 estaciones, teniendo en cuenta la mejor distribución espacial y temporal representativas de las series climatológicas.

La información utilizada consiste en registros homogeneizados y consistido de la precipitación total mensual, para el período 1948 - 1988. La figura 1, muestra el área de estudio y la ubicación de las localidades donde se realizaron las mediciones, numeradas de acuerdo al código de las tablas del Anexo I.

La red de estaciones cubre la parte sur de Brasil y San Pablo, perteneciente al sudeste brasileño. Esta red está distribuida en 45 estaciones en S. Pablo, 23 estaciones en Paraná, 16 estaciones en S. Catarina y 31 estaciones en R. G. del Sur, en un área total de 820.000Km^2, con una costa marítima muy extensa y una orografía muy irregular, ver figura 2.

La elección de los datos fue hecha teniendo en cuenta dos aspectos básicos: 1) tener una distribución espacial y temporal de las estaciones representativas de la región y 2) las series elegidas deberían tener más de 30 años de datos, con un mínimo de datos ausentes.

Para tener la menor cantidad de datos faltantes, de las 127 estaciones elegidas, solamente 20% tenían datos ausentes que no representaban 10% del total de los mismos.

1.1) Relleno de Series Incompletas

Durante muchos años, los Servicios Meteorológicos utilizaron el método de trazar diariamente los mapas de isoyetas y, en los casos en que el dato faltaba o

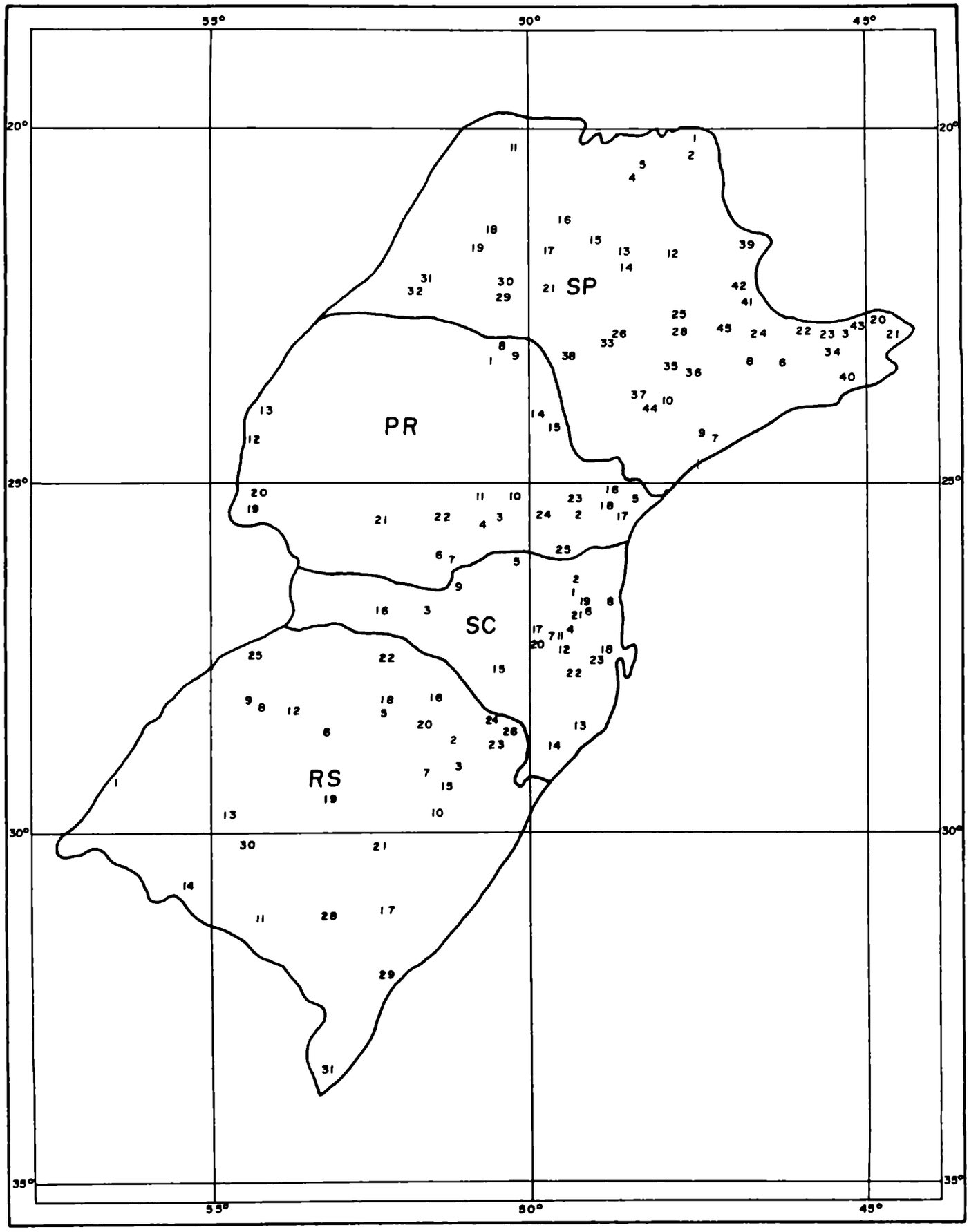


Figura 1 - Distribución espacial de las estaciones utilizadas en este trabajo y sus respectivos numeros según tabla I en el anexo I.

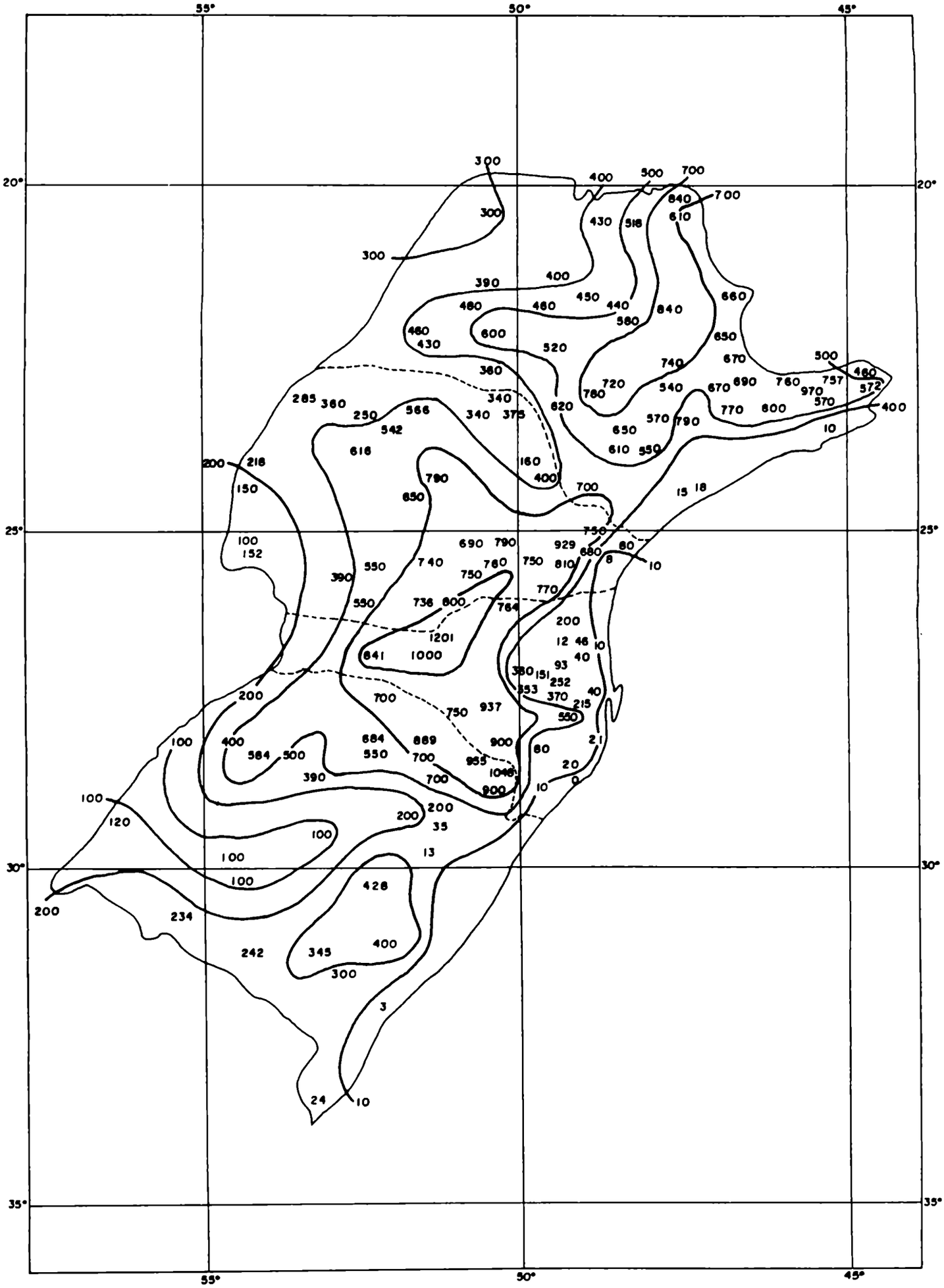


Figura 2 - Isolineas de las altitudes de las estaciones del Brasil Meridional.

parecía dudoso, se "*fabricaba*" la información, generalmente por interpolación. Este método, severamente juzgado por muchos, era prácticamente el único, al no contarse en ese entonces con computadoras, que permitieran posteriormente la introducción de otros procedimientos más confiables, Quinteros (1987).

Es importante destacar que antes de elegir la metodología de relleno a emplear, es imprescindible tener en cuenta dentro de que campo espacial y temporal se analizó. Esto es fundamental en la variable precipitación, que es discontinua en el espacio y en el tiempo.

Se puede decir, a grandes rasgos, que hay tres opciones: 1) estimar valores puntuales; 2) estimar momentos de primero y segundo orden (promedios, varianzas y covarianzas) y 3) utilizar modelos matemáticos, de tipo autorregresivo.

1.1.1) Valores Puntuales

Pueden ser aislados o conjuntos de valores sucesivos de una serie histórica (diarios, mensuales, anuales, estacionales, decádicos. etc).

Devoto y colaboradores (1980) han sintetizado los métodos de relleno usuales del siguiente modo:

1) Cuando se usa una sola estación piloto (X) para estimar el dato de la estación Y. La relación puede ser:

a) $Y = \beta X + \alpha + \varepsilon$, α y β son coeficientes de regresión; y ε error aleatorio.

b) $Y = \beta X + \varepsilon$

c) Método del cociente

d) Método de las diferencias

e) Regresión cuadrática

f) Regresión lineal simple con datos transformados

g) $\sqrt{Y} = \beta\sqrt{X} + \alpha + \varepsilon$ (raíz cuadrada)

h) $Log\ Y = \beta \log\ X + \alpha + \varepsilon$ (logarítmica)

2) Cuando se usan varias estaciones piloto, las ecuaciones son similares a las anteriores, teniendo en cuenta el número p de estaciones piloto. Por ejemplo: $Y = \alpha + \sum X_j \beta_j + \varepsilon$.

En nuestro estudio en algunas estaciones, se estimaron los valores puntuales, en la mayoría de los casos, utilizando varias estaciones piloto, principalmente cerca de la costa, donde hay más estaciones.

Para la realización de este trabajo fue utilizado el programa PROHD desarrollado por el grupo DCRH/CAEEB. El programa está basado en procesos interactivos de ajustes a una curva de doble masa, Brunet et al. (1971) obtenida por promedio de valores acumulados u, opcionalmente, por mínimos cuadrados. Los ajustes son realizados de acuerdo a parámetros de calibración y correlación.

El análisis es dirigido a una única estación para cada procesamiento, y la critica es efectuada indicando datos dudosos, corrigiendo los respectivos valores a criterio del analista.

1.2) Homogeneización de las Series Elegidas

La homogeneización fue el paso siguiente que permitió ejercer un control en las series y, también, una tipificación, clasificando regímenes dentro del área de estudio. La teoría de la curva de doble acumulación fue utilizada en este estudio, Heras (1976), además de análisis de regresión.

En todo análisis de datos hidrológicos y meteorológicos es importante que las series sean homogéneos, es decir, comparables dentro del período de observaciones. Este análisis, que opera con valores acumulados, provee un medio de determinar la consistencia de las observaciones colectadas durante un largo período de tiempo. Y también permite ajustar los valores más antiguos en conformidad con los obtenidos posteriormente al del corrimiento de sitio de la estación, Alessandro et al. (1958).

Las principales causas de la heterogeneidad son:

1) Cambio del medio circundante al sitio de medición:

a) desplazamiento del medio circundante al sitio de medición;

b) por modificación del medio circundante mismo;

c) por cambio de la altura del aparato.

2) Errores debido al aparato:

a) modificación de la superficie receptora por construcción, cambio o deformación;

b) defectos de calibración.

3) Errores de medición o de grabación.

4) Errores de transmisión.

5) Errores de archivo y publicación.

Todas las fallas anteriormente mencionadas alteran la homogeneidad de las series cronológicas de precipitaciones de manera diferente. Una modificación del medio circundante se evidencia usando varios años antes y después del cambio. Mientras más marcado es el cambio, menos años se necesitan, para este estudio. La experiencia demuestra que en este caso se puede corregir los totales anuales y mensuales para homogeneizar la serie, pero en ningún caso se pueden modificar los datos diarios.

Después de la elección de las estaciones y la homogeneización de los datos se utilizó el análisis multivariado, cluster, para clasificar y obtener un conjunto mínimo de estaciones para hacer el estudio de la variabilidad.

El objeto de este análisis multivariado es fundamentalmente para reducir los datos para disminuir la redundancia cuando corresponda, eliminar el ruido, detectar la marginalidad para poder conocer la estructura más general de los datos y establecer relaciones dentro de ellos. El objetivo entonces es generar hipótesis de trabajo que luego deberán ser puestas a prueba. Para genera cualquier hipótesis, previamente es necesario conocer cual es la estructura de los datos, Lewis (1970).

2) CARACTERÍSTICA CLIMÁTICA Y GEOGRÁFICA DE LA REGIÓN

Los procesos que condicionan el clima son influenciados por corrientes de aire en gran escala, que se denomina circulación general o planetaria. Estos procesos se manifiestan, entre otros, en la producción de precipitaciones.

El conocimiento de las influencias de los factores geográficos que actúan sobre el clima de determinada región, por más completa que sea, no es suficiente para el entendimiento de su clima. Incluso los factores, tales como el relieve, la latitud, la continentalidad, actúan sobre el clima de determinada región en interacción con los sistemas regionales de circulación atmosférica.

Durante todo el año, en las regiones tropicales del Brasil, excepto al oeste de la Amazonia, soplan frecuentemente vientos de E y NE originarios de las altas presiones subtropicales (anticiclon semipermanente del Atlántico Sur). Esta masa de aire tropical tiene temperaturas relativamente elevadas, debido a la intensa radiación solar de las latitudes tropicales y a la fuerte humedad que proviene de la intensa evaporación marítima. Debido a la constante subsidencia superior y consecuente inversión de la temperatura, su humedad es limitada a la capa superficial, lo que le da un carácter de homogeneidad y estabilidad, Nimer (1979).

En latitudes bajas, zona tropical, el clima es definido por dos estaciones: la lluviosa y la seca o aquellas en que las precipitaciones son muy frecuentes y aquellas en las que hay un disminución de las lluvias. En latitudes medias, sur de Brasil, aunque existan cuatro estaciones más o menos definidas, hay una con lluvias abundantes y otra con poca precipitación, lo que define su clima es la variación de temperatura durante el año. La oposición entre las temperaturas de verano e invierno constituye también un hecho climático importante. La variabilidad entre los veranos más o menos calurosos y los inviernos más o menos rigurosos, tiene importancia en las actividades humanas, al igual que la variabilidad pluviométrica.

El mecanismo atmosférico en las regiones de estudio está sujeto a comportamientos distintos de un año para otro. De este modo las precipitaciones en cada

año son bien diferenciados, pudiendo haber un significativo déficit en relación a los valores normales.

2.1) Región Sudeste

A pesar de su notable diversificación climática, el sudeste de Brasil constituye una cierta unidad climatológica, ya que en esta región es donde más frecuentemente se produce el "*choque*" entre los sistemas de altas tropicales y el de altas polares. De ahí el carácter de transición en la climatología regional de sudeste.

La orografía de esta región determina una serie de variedades climáticas, tanto en lo que refiere a la temperatura como en la precipitación.

Al estudiar la climatología regional del sudeste brasileño, el primer hecho que observamos es su notable diversificación. Para comprender los procesos climatológicos de esta región es necesario un previo conocimiento de sus condiciones geográficas. San Pablo es la principal provincia de esta región y está localizada entre los paralelos de 14° a 25° sur, por ello casi todas sus tierras están localizadas en la zona tropical.

La región sudeste tiene una distribución de lluvias muy desigual en el espacio y en el año. En la Sierra del Mar, en San Pablo, la precipitación es de 1500mm durante el año, sobre el valle del Rio Doce, del trayecto de los valles de Jequetinhonha y del S. Francisco la precipitación es de 900mm. Hay una notable concentración en el verano, mientras que en el invierno es poco frecuente pero muy intensa. La mayor singularidad del régimen de lluvia no reside en su distribución media en el espacio geográfico, sino en el tiempo. La irregularidad de las precipitaciones es expresada por un notable desvío anual, Nimer (1979).

2.2) Región Sur

Al estudiar el clima del sur de Brasil, el primer hecho que observamos es la homogeneidad de esta región. Comparando el clima de la región sur, con los de las otras regiones geográficas del Brasil, no es difícil verificar que el mismo, es considerablemente distinto de los climas de las otras regiones brasileñas: La excepción es el sudeste, de clima

subcálido. Las otras regiones son de clima cálido del tipo tropical y en el sur hay dominio de clima mesotérmico de tipo templado.

El relieve de la región sur es muy simple. En la costa, además de los sedimentos recientes elevados y islas. La capital de Santa Catarina se encuentra en una de estas islas. Del norte de Paraná hasta Laguna, Santa Catarina, el litoral es dividido en pequeñas bahías y ensenadas, destacándose la de Paranaguá. De Laguna hasta el extremo sur, el litoral se ensancha y se torna más rectilineo, presentando, en Rio Grande del Sur, extensas restingas que cercan algunas de las mayores lagunas del Brasil.

En el interior de la región hay amplias superficies elevadas, llamadas de Planalto Meridional. En estos planaltos existen extensas superficies denominadas sierras, que constituyen los niveles más elevados de la región sur.

Entre la costa y la superficie cristalina se eleva una escarpa más abrupta. Es la Sierra del Mar, que en Paraná llega a 1500m de altitud. Cerca de Paranaguá, está el Pico del Paraná con 1962m, en la Sierra de la Graciosa.

Por su posición geográfica, la región sur del Brasil está afectada por fenómenos meteorológicos de latitudes medias bajas y en el Trópico de Capricornio hay dos centros de alta presión sobre los océanos. Son centros denominados anticiclones permanentes, de origen dinámico, insertados en la zona de altas presiones subtropicales del hemisferio austral.

La región sur de Brasil es una de aquellas regiones en el mundo que tiene una distribución espacial de la precipitación, de forma uniforme durante todo el año. En efecto, en toda esta región la precipitación anual varía de 1250 a 2000mm. De esta uniformidad depende una serie de factores geográficos y dinámicos: Los sistemas de circulación causadores de lluvia actúan con frecuencia anual más o menos semejante en toda esta región; el relieve regional caracterizado por superficies y formas simples no interfiere al punto de generar diferenciaciones muy importantes en la pluviometría anual.

3) VARIACIÓN INTERANUAL: RELACIÓN CON LA OSCILACIÓN SUR

Después de los trabajos de Walker (1923, 1924, 1928) y Walker y Bliss (1932, 1937) y principalmente de Bjerkness (1966, 1969) la OS se tornó uno de los temas más discutidos por los especialistas del tiempo y del clima. Hay por lo menos dos razones básicas para tal interés. Primero, la oscilación fue analizada en muchos estudios de operación del sistema climático global en la escala de oscilaciones interanuales, Kidson (1975), Trenberth (1976 a, b), Arkin (1982). Según la persistencia por varios meses de sus fases extremas representa un potencial para el pronóstico climático, especialmente en las regiones donde el fenómeno se manifiesta fuertemente.

Una de las características más importantes de la OS es la correlación negativa en la presión al nivel de mar (PNM) entre el océano Pacífico y el océano Indico, asociado con la fluctuación en la escala interanual de la circulación de Walker del Pacífico, Walker et al. (1923).

Cuando la PNM sobre la región del anticiclón del Pacífico sur está bajo la normal (superior a la normal), se considera que la OS está en la fase negativa (positiva). Esta fase es también conocida como EL Niño/Oscilación Sur (ENOS) o episodio caliente de la OS debido a la conexión con El Niño, Bjerknes (1969), Trenberth (1976 b), Rasmusson y Carpenter (1982), Arkin (1982). Muchos eventos climáticos regionales con graves problemas sobre las actividades socio económicas, tales como la sequía en la India, Australia y Nordeste de Brasil, inundaciones en Perú, Ecuador, etc tienen su asociación correlacionada con el episodio caliente de la OS, Kruger y Winston (1975), Kousky et al. 1984. Muchas observaciones del El Niño demuestran que este fenómeno aparece generalmente entre diciembre y enero, una vez cada dos o siete años, en promedio y se propaga hacia el oeste en la dirección del Pacífico central ecuatorial. Su duración típica es de un año, aproximadamente. Su pico es observado más frecuentemente entre marzo y mayo, mientras en el Pacífico central esto ocurre 7 a 8 meses más tarde, por lo tanto cuando El Niño prácticamente ha desaparecido.

La propagación hacia el oeste de las anomalías calientes de TSM es acompañada por los cambios en la distribución de la nubosidad y la precipitación en gran escala, aumento en el Pacífico central y una disminución en la región de Australia - Indonesia, Ichiye y Petersen (1963), Ramage (1975), Horel y Wallace (1981), por los cambios en la circulación atmosférica global, Rasmusson y Carpenter (1982). La fase de la OS correspondiente a picos de las anomalías calientes de TSM en el Pacífico Central, es referida como una fase madura de la OS y coincide con el máximo de la actividad convectiva en la región. Algunos impactos de estas anomalías sobre la circulación global han sido estudiados por diferentes autores: Julian y Chervin (1978), Webster (1981, 1982) Hoskins y Karoly (1981), Shukla y Wallace (1983), Lau y Lin (1984), Kasahara y Silva Dias (1986) y muchos otros.

Las intensidades y fases de la OS han sido usualmente medidas a través de índices denominados de índices de la OS (IOS's) que son derivados de parámetros meteorológicos (PNM, temperatura, viento y precipitación) observados próximos al centro de acción de la OS. Datos de PNM como los de Darwin (Australia), isla de Pascua, islas Cocos han sido usados para obtener IOS's. Entre estos, un índice generado a partir de la diferencia de las anomalías (mensuales y estacionales) normalizadas de PNM entre Tahiti y Darwin (Tn - Dn), que es negativo en episodios calientes de la OS, han sido señalados como un óptimo indicador del estado de la OS, Trenberth (1983). Algunos IOS's han sido también obtenidos de los datos de TSM del Pacifico, Weare (1986). La obtención de este es a través de los coeficientes temporales de la primera componente del análisis de funciones ortogonales empíricas (EOF's) de TSM del Pacífico tropical y Pacífico norte

La figura 3, Tanaka et al. (1988), muestra tipos de distribución de anomalías que podrían ocurrir en las precipitaciones mensuales, sobre Brasil, asociadas con la Oscilación Sur. Este patrón corresponde a la primera componente principal del análisis de EOF, de 1968 a 1985 y explica aproximadamente 29% de la varianza total del campo analizado. La relación con la OS es evidente en sus coeficientes temporales que muestran una cierta amplificación durante las fases extremas de la OS. Por la figura se nota que la Os tiende a producir, durante los años de El Niño, cantidades de precipitación bajo lo

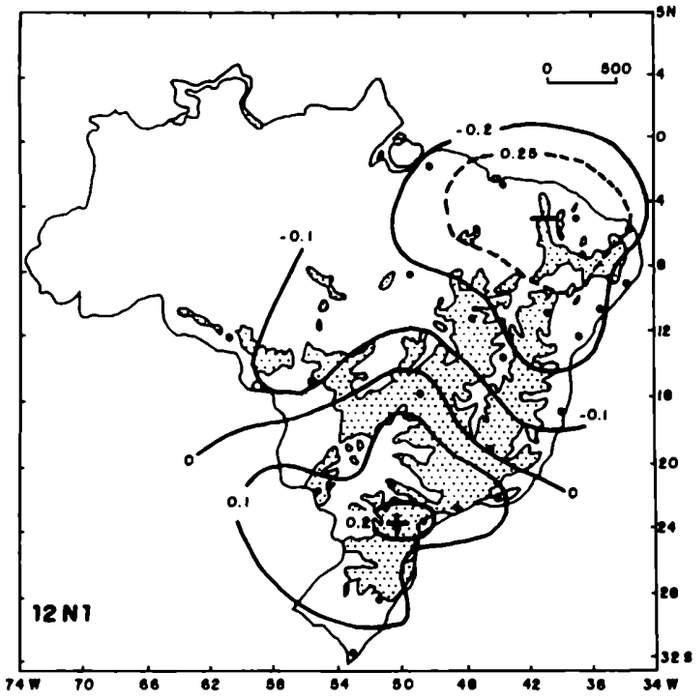


Figura 3A - Patrón espacial de la primera componente de EOF's de anomalias mensuales de precipitaciones (filtradas por el promedio movel triangular de 12 meses, explicando 29,15% de la varianza total). Tanaka et al. (1988).

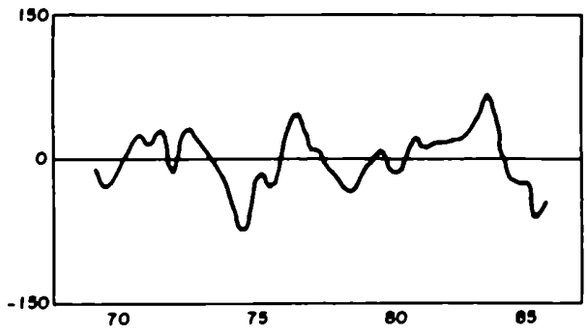


Figura 3B - Coeficientes temporales asociados al patrón de la figura, Tanaka et al. (1988).

normal en la región nordeste y sobre lo normal en la región sur y un patrón opuesto durante anti - El Niño.

Un patrón con precipitación sobre lo normal sobre las regiones sur y sudeste del Brasil, durante un año de El Niño, es también evidenciado en el primer componente del análisis de EOF de anomalías de ROLE, obtenidas por Heddinghaus y Krueger (1981). Este patrón muestra que, durante los episodios de ENOS, la ZCAS se intensifica juntamente con las actividades convectivas en la región del Pacifico Central, mientras que la convección disminuye en Indonesia - Australia, de forma semejante al patrón de teleconección observado por Lau y Chan (1983), durante inviernos del hemisferio norte. Una aparente teleconección entre la ZCAS y actividades convectivas en las regiones del Pacífico Tropical fue observada en escala de las oscilaciones intrasazonales (30 a 60 dias), Weickmann et al. (1985).

4) ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1 - Estudio de la Tendencia

Para hacer el análisis de la tendencia se utilizó el test de Mann-Kendall y Análisis de Regresión Lineal.

Para verificar si las series de datos tienen tendencia significativa, se aplicó el test estadístico de Mann-Kendall a todas las series, considerando el período de las series originales sin rellenar los datos faltantes.

Este test considera solamente los valores relativos de la serie X(i) que se analiza. Para su ordenamiento se asigna a cada término un número K(i) entre 1 y N (número total de datos), que refleja su magnitud relativa respecto a las de los otros. Luego se computa el estadístico P de la siguiente manera: se toma el número de orden K(1) y se cuenta el número de valores posteriores que lo exceden y se lo denota con n(1). Se continúa hasta el penúltimo término de la serie. Luego se halla P ($P=\sum n(i)$, donde i varía de uno hasta N - 1) y el estadístico τ ($\tau = 4P/(N(N - 1)) - 1$). Sabiendo que τ tiene una distribución casi gaussiana se calcula el τ teórico. Se concluye que si τ cae dentro del intervalo anterior entonces no es significativo a ese nivel de confianza.

4.2 - Programa de Homogeneización de los Datos, (PRODH)

4.2.1 - Descripción de los datos de entrada

El programa está dimensionado para 40 años de observaciones, pudiendo operar para un período de tiempo más largo, desde que modificaciones convenientes sean procesadas sobre el tamaño de los vectores y matrices involucradas en los cálculos. Son usadas como mínimo tres estaciones y como máximo seis, incluyendo la estación a analizar, denominada "X" por convención. Por orden de importancia, traducida por el mayor valor del coeficiente de correlación registrado en función de los datos de la estación "X", también se convenciona la denominación de Y, Z, X_1, X_2 y X_3 a las estaciones de apoyo tales que:

$$R_{xy} > R_{xz} > (R_{xx1}, R_{xx2}, R_{xx3})$$

siendo R el coeficiente de correlación, siguiendo las letras que identifican las estaciones para las cuales este parámetro es determinado. No hay necesidad de la ordenación entre los coeficientes R_{xx1}, R_{xx2}, R_{xx3}.

El PRODH se propone en principio el análisis de las observaciones pluviométricas registradas en X. La homogeneización de los datos de Y es posible de ser efectuada en seguida, desde que un valor adecuado sea atribuido al parámetro de control para el análisis simultáneo (LTRO). En este caso la crítica sobre Y involucra los valores de X ya consistidos y eventualmente corregidos, a los cuales denominaremos XN.

Esta alternativa posibilita mayor rapidez en la ejecución de los trabajos y determina el análisis sobre dos estaciones a través de una ejecución del programa.

El período de observación debe ser absolutamente coincidente para los datos de todas las estaciones y siempre serán leídos los años enteros, independiente de que la crítica involucre o no todos los datos. En los años iniciales y finales, el PRODH automáticamente abandona los meses que no sean de interés del análisis.

Las estaciones tienen sus altitudes en metros descritas en el informe de salida del programa. También se tienen las distancias referentes a todas las estaciones, siendo necesaria la observación del orden descrita en el inicio de este ítem.

4.3 - Análisis Estadístico

Indudablemente la variación de un año a otro de la precipitación, es un valor importante. Como es conocido, hay varios parámetros estadísticos que miden la variabilidad, el desvío standard, la desviación media y la desviación de los cuartiles.

Pero estos parámetros, estadísticamente, no permiten una comparación adecuada de un lugar con otro, porque son valores absolutos, se usan algunos que proporcionan medidas relativas de la variabilidad: coeficiente de variación y variabilidad relativa, por ejemplo.

Además de estos parámetros se utilizaron otros que son la asimetría y la correlación lineal, entre las series.

4.4 - Análisis de Varianza

El análisis de varianza es prueba estadística de hipótesis nula, que consiste en la comparación de las varianzas de los datos obtenidos en la observación de diferentes grupos con el fin de determinar si existen o no diferencias significativas estadísticamente en los valores medios de los datos de cada grupo. En la actualidad, los procedimientos de este análisis hallan aplicación en casi todo tipo de diseño experimental, y sirve para evaluar adecuadamente los datos obtenidos en un conjunto de experimentos, investigaciones o mediciones. En este análisis la razón o cociente de las varianzas entre y dentro de los distintos grupos que intervienen en él, se contrasta con la distribución teórica F de Fischer - Student.

4.5 - Análisis Multivariado

Existen varios métodos de clasificación no jerárquicos, como por ejemplo, el de Anderson, (1958) y el de Everitt et al. (1974). En algunos hay superposición de

grupos, es decir que algunas muestras se adjudican a más de un grupo y otros requieren mucho tiempo de computación.

El método no jerárquico de clasificación que es relqtivamente simple es el método de agrupamiento compuesto (composite clustering) comunmente conocido como COMCLUS, de Gauch (1982).

Aunque siempre existe algún grado de subjetividad en la elección del método esta debe ser lo más objetiva posible.

Retomando el principio, una técnica de clasificación para que sea buena, debe ser estable y robusta y los grupos o clases que forme deben estar bien definidos. Ahora bien, dentro de la enorme cantidad de técnicas de clasificación que existen, todas se pueden resumir en unos pocos tipos y dentro de cada tipo o familia de técnicas disponibles, la diferencia reside en el algoritmo de calculo concreto. El algoritmo de cálculo que se debe elegir es el más fácil o factible de realizar.

Cada técnica o familia de técnicas pone énfasis en alguna de las propiedades de los grupos que se formen y eso es lo que debe elegir el investigador.

Un método es elegido cuando el dendograma da un imagen menos distorsionada de la realidad. Para testear el grado de deformación, se utiliza el cálculo de los valores "cofeneticos", que son los coeficientes de la asociación entre los objetos reconstituidos desde el dendograma. Graficando estos valores en función de los coeficientes originales debemos obtener una línea recta. El cálculo de lo coeficiente de correlación lineal indica el grado de deformación: para $r < 0.8$ la distorsión es considera importante, Everitt et al. (1991).

4.5.1. Distancia Euclidiana

Los espacios están determinados por sus dimensiones y el concepto de arco indica la distancia entre dos puntos cualesquiera de ese espacio. El espacio está generado por sus puntos que son independientes y tienen n elementos es decir, cada

punto es una base finita y los elementos que tiene son las dimensiones del espacio. Todos los puntos tienen las mismas dimensiones.

Las dimensiones son los atributos que caracterizan a los puntos, por lo tanto que caracterizan al espacio. Un espacio de una dimensión, puede representarse por una recta; un espacio de dos dimensiones por un plano y uno de tres dimensiones por un cuerpo. Los espacios multidimensionales de más de tres dimensiones son espacios conceptuales que no se pueden visualizar.

Un espacio euclidiano es aquel en que todas sus dimensiones son perpendiculares entre sí y si tiene dos dimensiones se puede representar por un plano. La distancia entre dos puntos A y B de ese espacio d(A,B), según el teorema de Pitágoras, es: $d^2 (A,B) = [(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]$.

La distancia euclidiana es una medida de similitud entre dos entidades o puntos dentro del espacio. Cuanto mayor sea la distancia euclidiana entre dos puntos, más distintos son éstos y la distancia entre dos entidades idénticas es igual a cero, por lo tanto ocupan el mismo punto en el espacio.

4.5.2 - Análisis Tipológico

El análisis tipológico (clusters) es una técnica de análisis de datos, de carácter clasificatorio, que tiene como finalidad la formación de clases, tipos de grupos, tan similares entre sí como sea posible, partiendo de un conjunto de datos multivariables. Este análisis se basa, principalmente, en el hallazgo de las distancias, o bien de las medidas de proximidad o semejanza entre los sujetos, y entre éstos y los grupos que se van formando, que dan lugar a la constitución de matrices de distancias o semejanzas. En este análisis se procede, bien, mediante la división sucesiva de la población total en subgrupos siginificativos o bien, agrupando sucesivamente unos sujetos a otros según las semejanzas que presentan. Las técnicas de análisis del primer tipo reciben el nombre de divisivas, de segmentación o fraccionamiento y las del segundo tipo, el de aglomerativas.

Los pasos para este análisis son:

1 - Se hallan las distancias euclidianas métricas de los individuos de las matrices entre sí, aplicando la fórmula:

$$d_{ij} = \left[\sum_{k=1}^{p} \left(x_{ik} - x_{jk} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

2 - Se constituye la matriz de las distancias obtenidas.

3 - Se forma el primer subgrupo por el procedimiento del vecino más próximo.

Es siempre el formado por los dos individuos a menor distancia en la matrices.

4 - Se hallan las distancias del subgrupo formado por las dos matrices (de menor distancia) a los demás individuos y se forma la nueva matriz de distancias, aplicando la fórmula:

$$d_{(ij)k} = min\left(d_{ik}, d_{jk}\right)$$

5 - Se forma el segundo subgrupo y se hallan las nuevas distancias y matriz.

Y así sucesivamente hasta que se clasifiquen todas las matrices.

6 - Se forma el dendograma correspondiente a los resultados obtenidos en el análisis de cluster realizado.

El dendograma tiene que reflejar, mediante líneas de enlace el proceso seguido por la agrupación sucesiva derivada del análisis de cluster realizado.

4.5.3 Determinación del Numero de Grupos

Considerando n individuos observados sobre p variables. Suponiendo estos individuos representados por n puntos del espacio euclidiano p-dimensión. Así:

$\mathbf{X_{(nxp)}}$ = matriz de datos;

$\mathbf{T_{(pxp)}}$ = matriz Dispersión Total.

La matriz de dispersión total de los n puntos es dada por:

$$\mathbf{T} = \mathbf{X} = \sum \mathbf{X}^T_i \mathbf{X}, \quad i = 1,\ldots, n$$

donde $\mathbf{X}_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{ip})$ es el vector línea que representa el vector de las observaciones del i - ésimo individuo con relación a p variables. Considerando una partición de los n individuos en g grupos con $n_1, n_2, \ldots, n_g$ individuos en cada agrupamiento y $n = \sum n_i$ (i=1, g). Entonces para el k - ésimo agrupamiento (c_k), los elementos x_{ik} para i = 1,2, ..., n_k representan las observaciones de los individuos de $\mathbf{C}_k$. $\mathbf{w}_k$ es la matriz dispersión dentro del agrupamiento $\mathbf{C}_k$ con vector promedio, X_k dado por:

$\mathbf{W}_k = \sum(x_{ik} - X_k)^T (x_{ik} - X_k)$, donde **W** es la matriz dispersión dentro de los grupos, dado por:

$\mathbf{W} = \sum W_k, \quad k = 1, g.$

$\mathbf{B} = \sum n_k X_k^T X_k$, donde X_k^T es la transformada del vector medio y X_k es el vector medio (k = 1, ..., g).

Así para cada partición de n individuos en g grupos, se obtiene la ecuación matricial, Wilks (1962), dada por:

$$\mathbf{T} = \mathbf{W} + \mathbf{B}$$

Aplicando el funcional lineal Trazo (Tr) en la ecuación de **T,** se obtiene:

Tr(**T**) = Tr(**W**) + Tr(**B**), donde Tr(**T**) es la suma de los cuadrados total con relación a p variables; Tr(**W**) es la suma de los cuadrados dentro de los grupos en relación a p variables y Tr(**B**) es la suma de cuadrados entre grupos en relación a p variables.

Este criterio fue presentado por Calinski y Harabasz, (1974) y está fundamentado en la suma de los cuadrados entre y dentro de los grupos, en relación a la "p" variable cuantitativas.

La ecuación del criterio de razón de varianza (CRV) es:

$$CRV = \frac{(n-g)SQEG}{(g-1)SQDG} \qquad g = 2, 3, 4,\ldots, n-1.$$

donde CRV es el criterio de razón de varianza; n es el numero de puestos del conjunto de datos; g es el numero de grupos (g = 2, 3,..., n-1); SQEG es la suma de los cuadrados entre los grupos y SQDG es la suma de cuadrados dentro de los grupos.

El numero de grupos es determinado para "g" donde lo CRV tiene un valor máximo absoluto o local o por lo menos un rápido crecimiento.

4.6 - Función de Autocorrelación

Una observación meteorológica comúnmente no es independiente de las condiciones precedentes, aunque la dependencia decrece a medida que el intervalo de tiempo entre eventos sucesivos aumenta, Brooks y Carruthers (1953). Esta tendencia de los valores sucesivos de la serie, a "recordar" sus valores precedentes y a ser influenciados por ellos, se denomina persistencia.

Una de las formas de obtener la evidencia de persistencia de una variable es obtener la estimación inicial del proceso mediante la función de autocorrelación, la cual resulta, Panofsky y Brier (1965):

$$r(l) = \frac{1}{N-1} * \frac{\sum_{i=1}^{N-1}(x(i) - \bar{x}) * (x(i+1) - \bar{x})}{S^2 x}$$

donde: l es el desplazamiento temporal (lags); N es número total de los datos de la serie; $\bar{x}$ es el valor medio de la variable y S^2_x es la varianza.

Se examinan los coeficientes de autocorrelación para los primeros lags de la serie y se determina si estos decrecen exponencialmente en forma consistente con la hipótesis de un modelo Markoviano o de ruido rojo (proceso autorregresivo de primer orden).

En el caso de existir una persistencia de este tipo, el coeficiente de correlación r(n) para un lag arbitrario n, se aproximará al coeficiente r(1) elevado a la n-ésima potencia, esto es $r_k \cong (r_1)^k$.

Si estas relaciones se satisfacen aproximadamente y r(1) difiere de cero significativamente, entonces se puede asumir una persistencia Markoviano en la serie y la forma de para estos procesos autorregresivos será exponencial.

4.7 - Análisis Espectral

El método anterior permite mediante la función de autocorrelación estudiar las características del proceso que genera la serie; pero la significación estadística para desplazamientos temporales más extensos es dificultosa de determinar.

Por ello se trata de aumentar la posibilidad de análisis por medio de una variante metodológica que sería el espectro o espectro de potencia. Este método supone que la serie consiste en un número infinito de oscilaciones sobre un dominio continuo de longitudes de onda. Luego el espectro mide la distribución de la varianza sobre todas las longitudes de ondas posibles, desde la infinita (tendencia lineal), a la más corta que pueden resolverse (dos veces) el intervalo entre observaciones sucesivas, Panofsky y Brier (1965).

Las técnicas espectrales han demostrado ser muy eficientes en el análisis de las series climáticas, especialmente en aquellos casos en que se buscan elementos objetivos para la descripción climatológica.

En este trabajo se aplican los métodos delineados por Blackman y Tukey (1958), a la serie cronológica en cuestión. Brevemente esta aproximación puede describirse como la aplicación del análisis armónico a los coeficientes de autocorrelación seriados o a las covarianzas seriadas:

$$C(l) = \frac{1}{N-1} * \sum_{i=1}^{N-l} (x(i) - \bar{x}) * (x(i+1) - \bar{x})$$

para lags de 0 a m, donde m < N.

De esta transformación se obtienen m + 1 estimaciones del espectro de potencia:

$$\hat{s}(0) = \frac{1}{2m} C(0) + C(m) + \frac{1}{m} * \sum_{l=1}^{m-1} C(l)$$

$$\hat{s}(k) = \frac{C(0)}{m} + \frac{2}{m} * \sum_{l=1}^{m-1} C(1) * \cos\left(\frac{\pi k l}{m}\right) + \frac{1}{m} * C(m) * -1^{k}$$

$$\hat{s}(m) = \frac{1}{2m} * C(0) + (-1)^{m} * C(m) + \frac{1}{m} * \sum_{l=1}^{m-1} (-1)^{l} * C(l)$$

las cuales son luego suavizadas por un promedio móvil pesado (método de Hamming), resultando:

$$s(0) = \frac{1}{2}\left(\hat{s}(0) + \hat{s}(1)\right)$$

$$s(k) = \frac{1}{4}\left[\hat{s}(k-1) + 2\hat{s}(k) + \hat{s}(k+1)\right]$$

$$s(m) = \frac{1}{2}\left[\hat{s}(m-1) + \hat{s}(m)\right]$$

Luego se debe ajustar una curva suave a las m + 1 estimaciones sin violar los límites de confianza apropiados para las estimaciones individuales, o lo que es lo mismo, se asume que el espectro del universo del cual la serie analizada es una muestra, es una función continua y que la amplitud de la variabilidad de una estimación a otra es originada puramente por el muestreo al azar. Por último, se aplica al espectro de potencia un test de significancia estadística.

Si ya se sabe que existe persistencia en la serie, la hipótesis nula apropiada es un proceso Markoviano, cuya forma depende del valor del coeficiente de autocorrelación de la población para el primer lag; su valor es desconocido y se lo estima suponiendo que r(1) es un estimador insesgado del mismo.

Luego se calcula el espectro correspondiente a la hipótesis nula, evaluando la siguiente ecuación:

$$S_k = \bar{S} * \left\{ \frac{\left[1 - r(1)^2\right]}{\left[1 + r(1)^2 - 2r(1)\cos\left(\frac{\pi k}{m}\right)\right]} \right\}$$

donde $\bar{S}$ es el promedio de las m + 1 estimaciones espectrales S(k).

Si se encuentra que ninguna estimación espectral se desvía significativamente en términos estadísticos de la estimación correspondiente a la

hipótesis nula, se puede concluir que el espectro de ruido rojo aproxima al espectro real de la población, donde la serie es una muestra de ella.

4.8 - Series Temporales de Índices de Precipitaciones

En la escala de oscilaciones iteranuales el objetivo es estudiar la relación de la precipitación de esta región con la Oscilación Sur.

Para este estudio se analizó los Niños de 1951, 1953, 1957, 1963, 1965, 1969, 1972, 1976, 1982, 1983, 1986 y los anti - El Niño de 1950, 1955, 1956, 1964, 1970, 1971, 1973, 1975 y 1988.

Los episodios calientes 1951, 1953, 1957, 1963, 1965, 1969 y 1972 fueron estudiados por Rasmusson y Carpenter (1982). Krueger y Winston (1975) realizaron estudios de los casos de ENOS de 1969 y 1972. Los de 1982 -1983 fueron investigados por Rasmusson y Wallace (1983) y muchos otros.

Como no se conoce claramente cual es la fase de ENOS o de AENOS con la lluvia en la región de estudio, se investigaron los signos de la oscilación sur (OS) inicialmente en las precipitaciones anuales. Las precipitaciones mensuales del período de enero a diciembre de los años de ENOS y AENOS, fueron utilizados para verificar si seguían algún patrón de comportamiento en relación a tales fases.

Una manera eficiente para detectar una señal climática de la precipitación en gran escala, como la relacionada con la OS, es a través de índices regionales que pueden ser obtenidos combinando las observaciones hechas en diferentes estaciones. Un tipo de combinación frecuentemente usado es la media aritmética de los desvíos estandarizados de las observaciones, Kraus (1977), Katz (1978), Stoeckenius (1981), Katz y Glantz (1986), como índices de anomalías estandarizados. Los valores de estos índices destacan las fluctuaciones climáticas de gran escala, una vez que las anomalías muy localizadas o espacialmente incoherentes tienden a anularse entre sí, Sugahara (1991). Los coeficientes temporales de funciones ortogonales empíricas han sido utilizados con el mismo objetivo, Kidson (1975), Arkin (1983). Los dos procedimientos

fueron examinados en el presente estudio para minimizar el efecto de la elección del método sobre la conclusión.

Las series anuales y mensuales del índice de anomalías estandarizados fueron determinadas siguiendo el procedimiento de Kraus (1977), que involucra, básicamente, normalización, promedios y análisis de varianza.

Las normalizaciones fueron hechas para evitar que algunas estaciones, con promedios y desvíos estándar individuales altos, afecten a las otras series. Así, para cada estación individual, las normalizaciones son hechas restando la precipitación observada el promedio (μ) y dividiendo esta diferencia por el desvío estándar (σ).

Promedio anual de la precipitación para la estación i:

$$\overline{\Gamma}_i = \frac{1}{J}\sum_j \Gamma_{ij}$$

Γ_{ij} - precipitación anual de la estación i durante j años

J - número de años en el período elegido para análisis

i - número de estaciones en la región a ser analizada

Varianza de la precipitación para la estación i:

$$\tau^2 = \frac{1}{J}\sum \Gamma_{ij}^2 - \overline{\Gamma}^2$$

Estandarización de la precipitación para cada estación:

$$X_{ij} = \frac{\left(\Gamma_{ij} - \overline{\Gamma}_i\right)}{\tau_i} \quad o \quad X'_{ij} = \frac{\left(\Gamma_{ij} - \overline{\Gamma}_i\right)}{\overline{\Gamma}_i}$$

Las dos formulaciones tienen promedio cero: $\overline{X}_i = \overline{X}'_i = 0$. Ambas formulaciones son análogas. En este trabajo se utilizó X_{ij}.

El valor del promedio areal de X_{ij} para el año j, es:

$$a_j = \frac{1}{1}\sum_i X_{ij}$$

1 = número de estaciones regionales a ser analizada.

a_j = proporciona el índice de la precipitación para cada año.

El análisis de varianza es aplicado para verificar si una serie temporal de estos promedios es adecuada o no para evidenciar las oscilaciones coherentes dentro del área. Primero se hace la descomposición de la varianza total en dos partes, una temporal (V_t), que define la variación temporal de la precipitación en el área de estudio y otra espacial (V_S), que es la variación entre diferentes estaciones.

Hay que someter V_t / V_s a un test de hipótesis donde V_t tiene que ser mayor que V_S. La relación V_t / V_s tiene una distribución de probabilidad dada por F(ν_1, ν_2) de Fisher - Snedecor, casi independiente de los tipos de distribuciones asociados a la variables involucradas en el análisis, Box (1953) y Tiku (1971). ν_1 y ν_2 son números de grados de libertad del numerador y denominador de la relación V_t / V_s.

Estimación de la varianza en el tiempo:

$$V_t = \frac{\sum \mathrm{I}\, a_j^2}{J-1}$$

La varianza entre las anomalías de la precipitación dentro de la región es dada por:

$$V_s = \frac{N - \sum \mathrm{I}_j\, a_j^2}{N-J}$$

donde $N = \sum_i \sum_j X_{ij}^2$.

El procedimiento matemático del análisis de la función orotgonal empirica, EOF ha sido descrito por varios investigadores, Grimmer (1963), Morrison (1976). Las funciones ortogonales empíricas son autovalores de la matriz de coeficientes de correlación (o covarianza) entre las series individuales. Ellas son, por lo tanto, ortogonales entre sí, debido a la simetría de la matriz y funciones de las coordenadas espaciales. Los coeficientes de los autovectores son usualmente exhibidos en una carta en forma de isolineas para revelar diferentes patrones de anomalías. La evolución temporal de cada uno de estos patrones es decriptas por un vector asociado que es una función de las coordenadas temporales. Tales vectores, que son también ortogonales entre sí, son obtenidos a través de la transformación lineal de la matriz de

observaciones por la matriz de autovectores. La importancia relativa de cada modo de la variación a la variación total del campo analizado, varianza total, es dada por el respectivo autovalor. Es procedimiento usual ordenar las EOF en orden decreciente de los autovalores. Así, la primera EOF es el modo más importante para la varianza total, la segunda EOF o segundo modo más importante, etc. La variación total de los campos meteorológicos puede ser representada por la expansión de un número relativamente reducido de estas funciones. Matemáticamente:

$$F_n = \sum_{i=1}^{M} C_{in}\, e_i,\ n = 1, 2, \ldots, N$$

donde F_n es la matriz con observaciones de algún parámetro meteorológico en N coordenadas temporales, en M estaciones (o punto de grilla), e_i es i - esimo autovector y C_{in} son los coeficientes de la función temporal asociada a la e_i. En este estudio, se buscaron los coeficientes C_{in} que describiesen las fluctuaciones coherentes de precipitaciones de la región.

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Consistencia de los Datos

Luego de clasificar las estaciones teniendo en cuenta la mejor distribución espacial y temporal, se hizo un análisis de consistencia previa para evaluar la calidad de los datos. Se utilizó el método de doble masa teniendo los valores totales anuales de precipitación.

El análisis de doble masa consiste en la obtención de gráficos: en la abscisa, se colocan los valores del promedio de las precipitaciones anuales de algunas estaciones próximas a las estaciones analizadas y consideradas confiables para la base de comparación y en las ordenadas, los totales anuales de esta estación. Cuando los valores de las estaciones a consistir son proporcionales a los observados en la comparación, los puntos determinaron una recta.

Fue realizado aún, una análisis cualitativo de la confiabilidad de los datos considerados atipicos en las series observadas. Se compararon estos datos con registros de las precipitaciones máximas de las estaciones vecinas, correspondiente al mismo período de observación.

De un total de aproximadamente 300 estaciones analizadas por este método se quedaron las 127 estaciones que fueron utilizadas en este trabajo.

Además de esta metodologia durante los estudios realizados en la tesis se buscó eliminar algunas otras estaciones que eventualmente presentaron problemas en los distintos estudios. Por ejemplo, se una estación presentó problemas en la correlación lineal con las demás, esta estación fue eliminada.

5.2 Estudio de la Tendencia

A través del test de Mann Kendall fue analizada la posibilidad de tendencia en las 127 series de precipitaciones anuales estudiadas. Se observó que un numero significativo de series de precipitaciones presentaban alguna forma de tendencia, aunque no significativas. En este trabajo se supuso una tendencia lineal y se estudió las

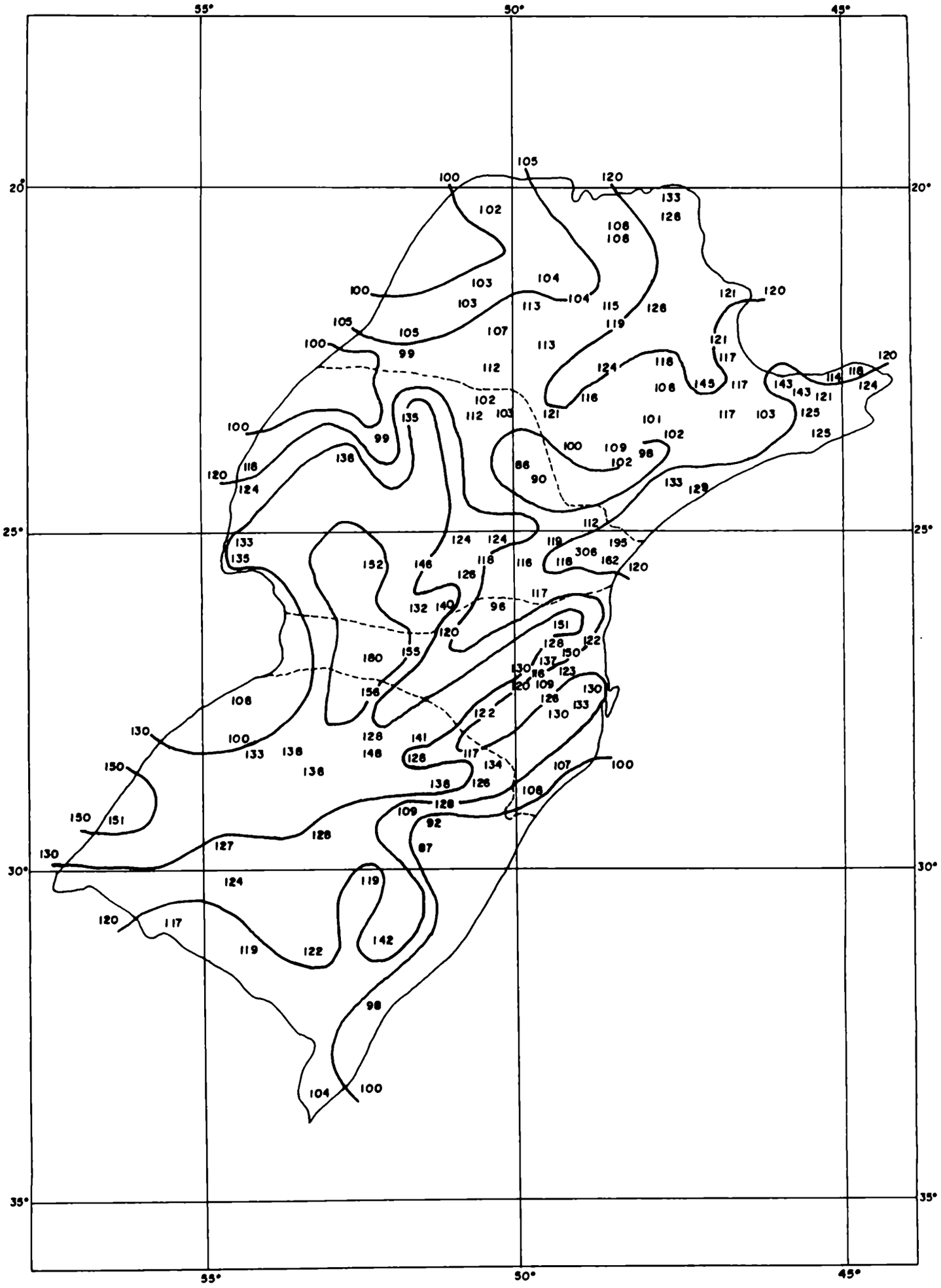


Figura 4 - Promedio de la precipitación, período 1948 - 1988 para el Brasil Meridional. Isolineas hechas envolucrando todas las 127 estaciones.

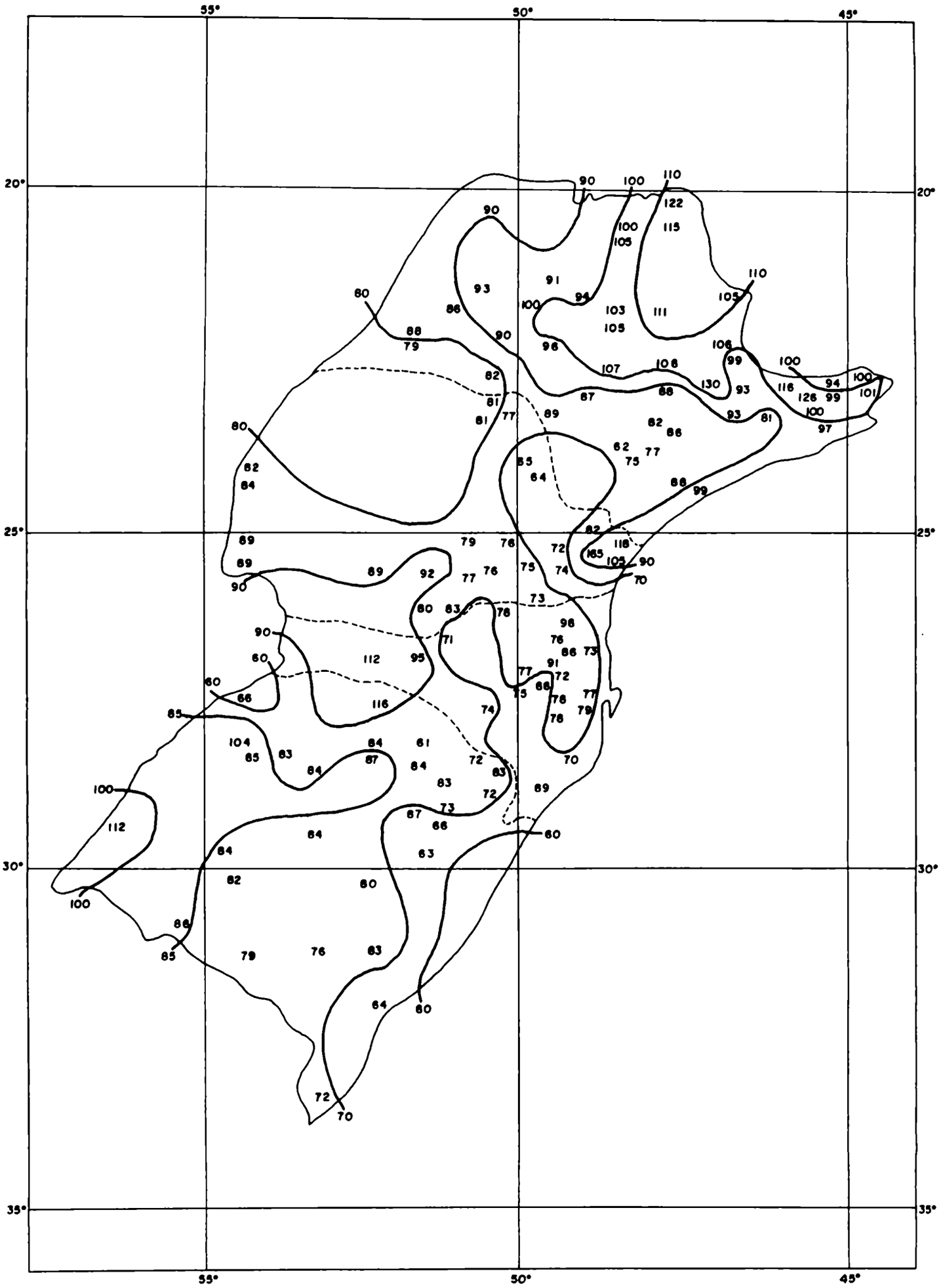


Figura 5 - Isolineas del desvio estandar de las precipitaciones del Brasil Meridional, para el periodo 1948 - 1988.

series a través del análisis de regresión lineal. Con esta suposición se hizo el test F de Fisher y todas las series que presentaran tendencias fueran clasificadas como no significativos.

5.3 Campos Medios de Precipitaciones

Para el estudio espacial de la precipitación se utilizó el conjunto de 127 estaciones del Brasil Meridional (1948-1988) y se hicieron las isolineas, figura 4.

Las provincias de San Pablo y Paraná presentan una mayor precipitación en la costa. En San Pablo la precipitación aumenta de oeste a este y es máxima en la parte nordeste de esta provincia (la parte de mayor altitud, Campos do Jordão, por ejemplo).

Paraná presenta una región, noroeste, con pocas estaciones y marcando un bajo promedio climatológico de la precipitación. En su costa la precipitación es evidentemente mayor, con valores altamente significativos.

En Santa Catarina y Río Grande del Sur la distribución de la precipitación es muy particular. Hay mayor precipitación en el centro de Santa Catarina, debido a la orografía, punto más alto de la provincia. En Río Grande del Sur los valores son más homogéneos, espacialmente, pero presentan precipitaciones más grandes en la región nordeste (Vacaria) y sudoeste (Uruguaiana).

La figura 5 muestra la distribución de los desvíos estandarizados de la precipitación anual. Las amplitudes típicas de fluctuaciones interanuales son más marcadas en la parte este de la provincia de San Pablo y Paraná. Estas amplitudes son marcadamente más grandes en la parte central de Santa Catarina y oeste de Río Grande del Sur.

Se puede observar que a un mayor promedio de la precipitación ocurrió una mayor variabilidad, representada por el desvío estándar.

5.4 Estadística Descriptiva

La tabla de anexo II muestra cierta homogeneidad en los parámetros estadísticos de la distribución de las lluvias en las estaciones. A su vez configura la

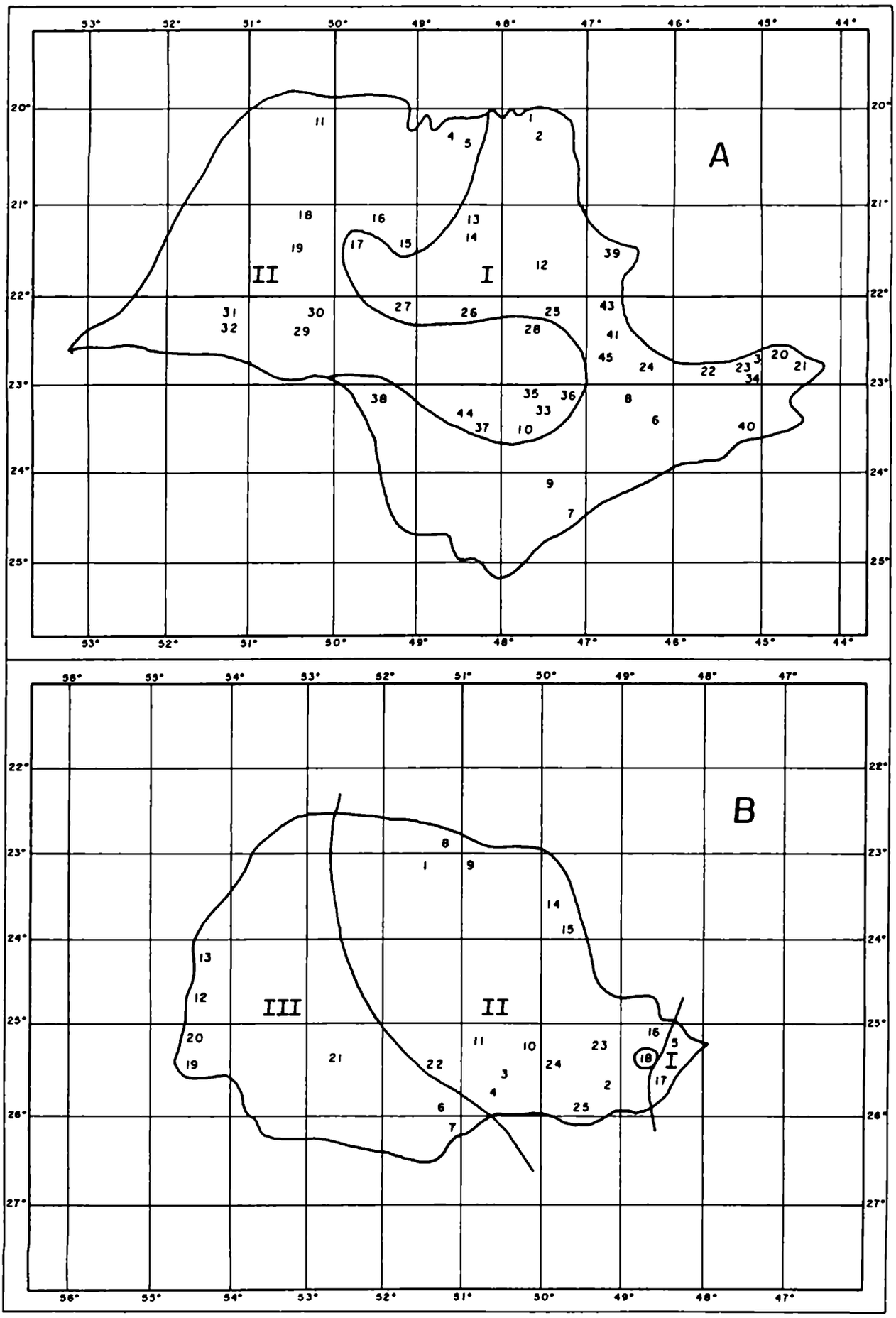


Figura 6 - Análisis Multivariado (Cluster) para hacer la classificación de las estaciones de precipitación de S.Pablo, Paraná, Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

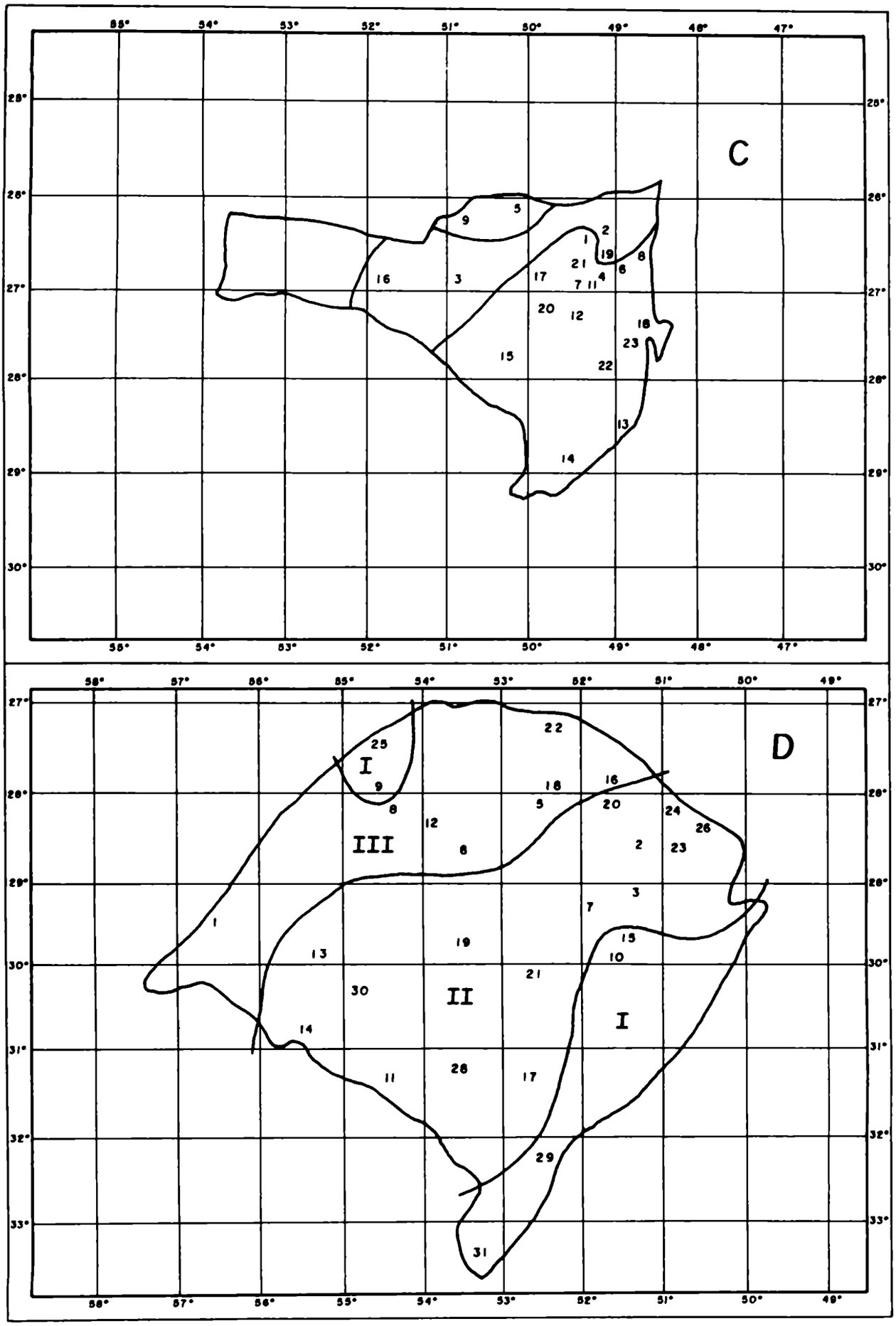


Figura 7 - Análisis multivariado (cluster) para hacer la clasificación de las estaciones de precipitación de S. Pablo, Paraná, Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

primera forma de análisis de consistencia ya que saltos abruptos en el espacio que no justifiquen la orografía marcan deficiencia en algunos datos.

La separación de las estaciones utilizables en grupos se realizó según criterios de proximidad geográfica, semejanza de altitud y de régimen de precipitación y en función fundamentalmente a la densidad de la red utilizable.

Fueron elegidas, a través del análisis multivariado, cluster, las estaciones de precipitaciones que mejor representen la distribución espacial de las series escogidas previamente. Del total de 127 estaciones utilizadas para este estudio quedaron en la provincia de San Pablo clasificados dos grupos, según el criterio razón de varianza (CRV). De estos dos grupos fueron seleccionados algunas estaciones observando una distribución espacial: SP1, SP4, SP6, SP7, SP11, SP12, SP17, SP21, SP18 y SP31, figura 6A.

En las estaciones de la provincia de Paraná se utilizó el mismo criterio de clasificación y se obtuvieron tres grupos de estaciones. De los grupos se trabajó con las siguientes estaciones: PR1, PR5, PR6, PR13, PR15, PR17, PR18, PR20 y PR22. Lo mismo se hizo para Santa Catarina y Rio Grande del Sur. Las estaciones seleccionadas para estas provincias fueron: SC2, SC3, SC7, SC8, SC9, SC13, SC14 y RS1, RS7, RS9, RS10, RS15, RS20, RS22, RS25, RS26 y RS31, sintetizando las informaciones iniciales.

Las figuras 6 (A, B) y 7 (A, B) muestran la clasificación hecha para cada provincia (estado), de acuerdo con el método multivariado. Esta clasificación posibilitó la reducción del número de estaciones iniciales de 127 a aproximadamente 40 estaciones. En el anexo III, se presentan los dendrogramas para cada provincia, utilizando el método de Ward y la distancia euclidiana.

El análisis de varianza efectuado con grupos de estaciones por provincias tuvo por objetivo determinar cuales de las estaciones de estos grupos representaban realmente los mismos procesos físicos. De esta manera se pudieron sintetizar las informaciones generando un conjunto menor y no redundante de estaciones para el

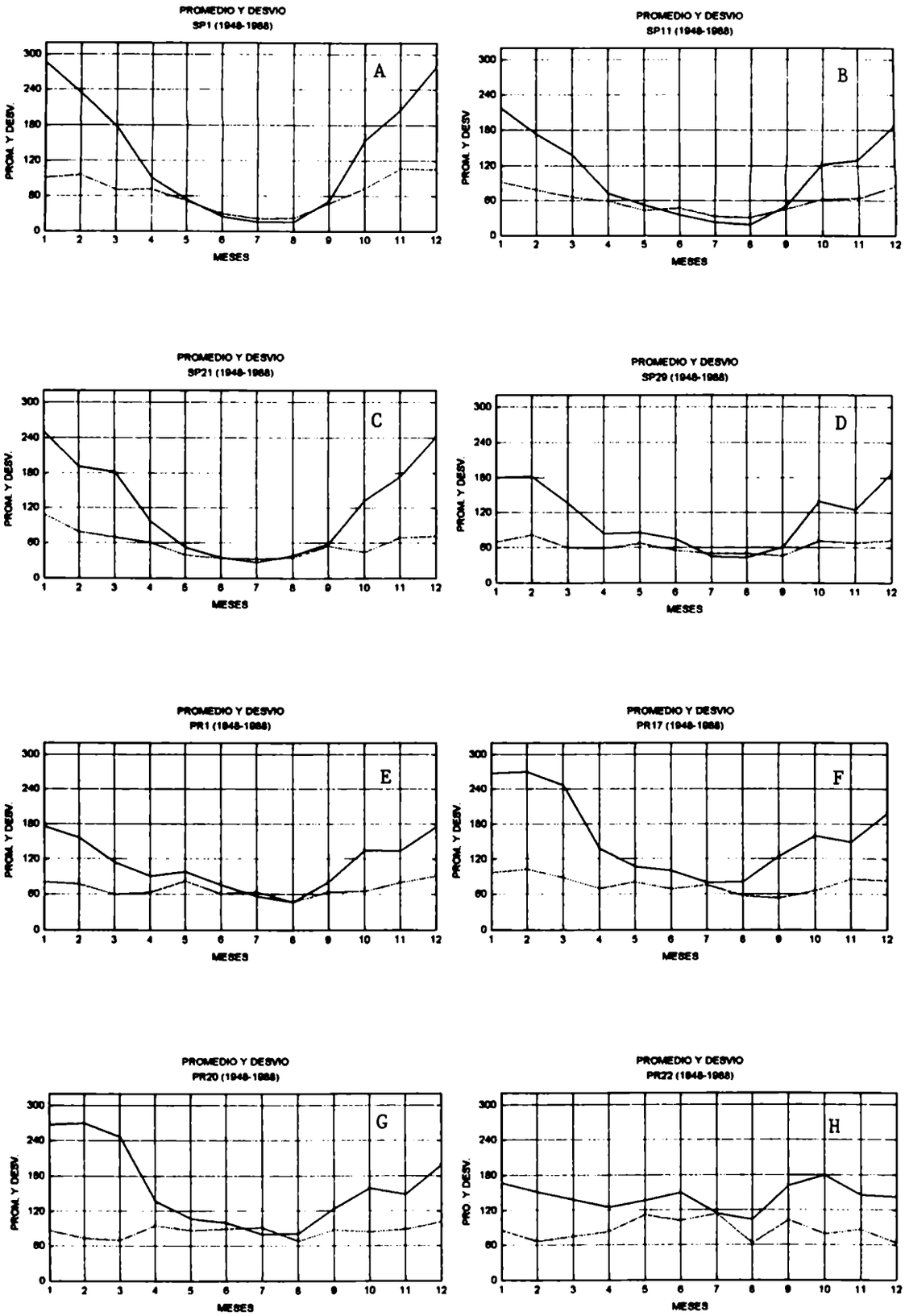


Figura 8 - Graficos del promedio y desvio estander de las series originales de S. Pablo y Paraná. La linea superior representa el promedio y la linea inferior el desvio estander.

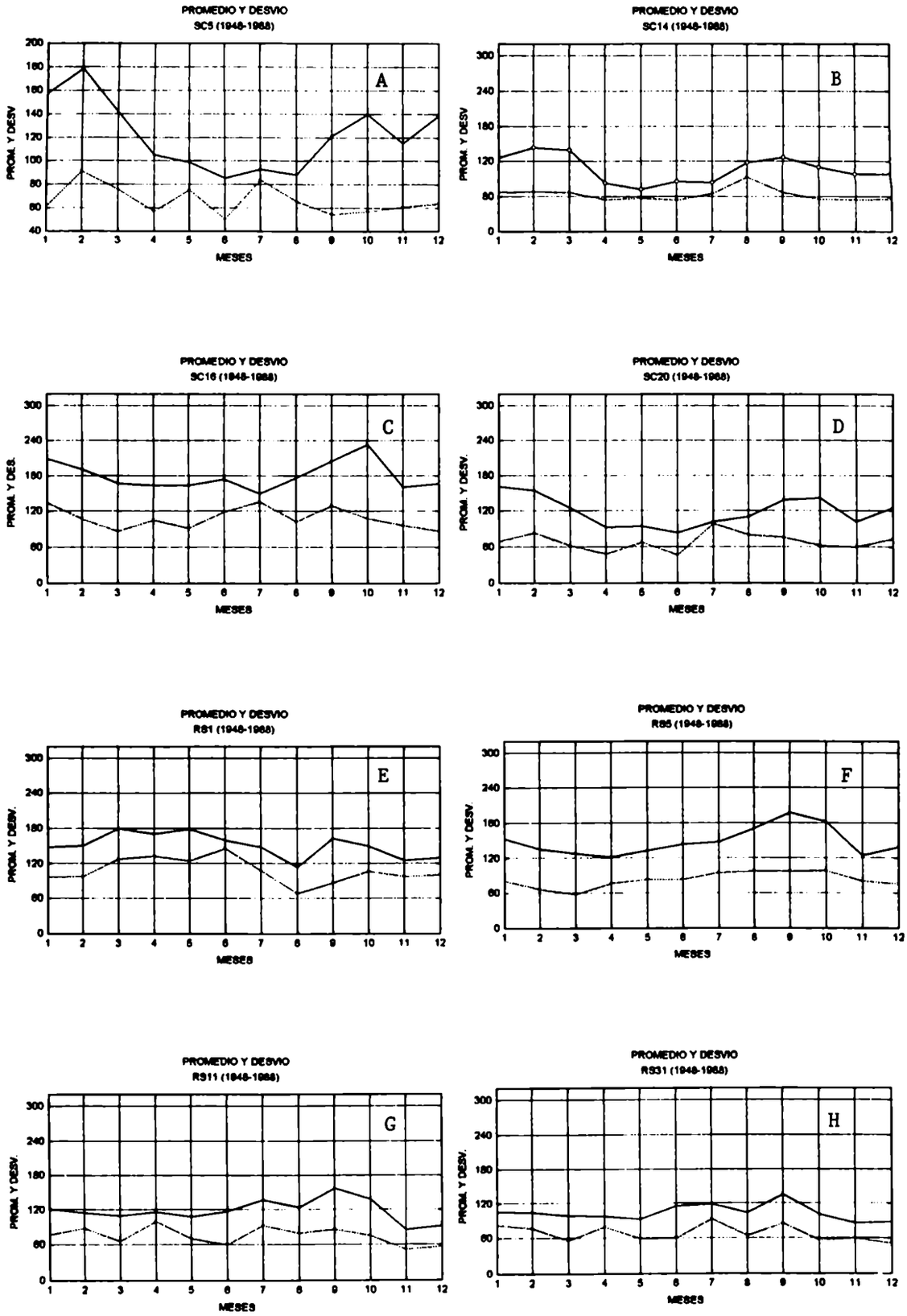


Figura 9 - Graficos del promedio y desvio estandar de las series originales de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	12	212.0	17.8
FEBRERO	10	201.0	18.7
MARZO	8	130.0	15.5
ABRIL	4	55.0	14.0
MAYO	4	50.0	14.2
JUNIO	3	49.0	13.7
JULIO	3	33.0	11.7
AGOSTO	2	24.0	10.4
SEPTIEMBRE	4	61.0	12.9
OCTUBRE	7	116.0	16.0
NOVIEMBRE	8	132.0	16.7
DECIEMBRE	10	184.0	17.3

D5 - 039 - SP - Tabla 3(a)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	15	209.0	13.8
FEBRERO	13	203.0	14.8
MARZO	12	154.0	12.8
ABRIL	8	82.0	10.2
MAYO	6	60.0	9.9
JUNIO	5	52.0	9.9
JULIO	5	39.0	7.9
AGOSTO	5	41.0	8.5
SEPTIEMBRE	7	77.0	10.4
OCTUBRE	10	126.0	12.0
NOVIEMBRE	10	127.0	12.1
DECIEMBRE	14	179.0	12.8

IAG - SP Tabla 3(b)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	11	173.2	16.2
FEBRERO	10	156.0	15.2
MARZO	8	114.1	14.5
ABRIL	5	90.9	17.6
MAYO	5	97.6	18.3
JUNIO	5	76.2	15.7
JULIO	4	56.7	14.9
AGOSTO	4	47.2	13.1
SEPTIEMBRE	6	81.1	14.0
OCTUBRE	7	134.8	18.2
NOVIEMBRE	8	133.7	17.7
DECIEMBRE	10	170.6	16.6

Jataizinho (48-88) - Pr Tabla 3(c)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	18	330.4	18.5
FEBRERO	17	316.6	18.8
MARZO	18	314.5	17.5
ABRIL	14	160.7	11.8
MAYO	10	127.7	12.9
JUNIO	9	114.3	12.8
JULIO	9	89.6	10.6
AGOSTO	10	91.5	9.6
SEPTIEMBRE	13	142.0	11.1
OCTUBRE	15	191.0	12.4
NOVIEMBRE	15	196.0	13.0
DECIEMBRE	17	261.3	15.1

Antonina (48-88) - Pr Tabla 3(d)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	11	175.9	16.1
FEBRERO	10	154.6	15.5
MARZO	8	138.2	16.7
ABRIL	7	133.3	20.1
MAYO	7	146.2	21.6
JUNIO	7	157.2	21.7
JULIO	6	121.3	18.9
AGOSTO	6	106.4	16.0
SEPTIEMBRE	8	167.4	20.1
OCTUBRE	9	182.1	20.7
NOVIEMBRE	8	150.4	18.4
DECIEMBRE	9	147.5	15.6

Guarapuava (48-88) - Pr Tabla 3(e)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	12	153.0	12.8
FEBRERO	11	146.4	13.0
MARZO	10	117.3	12.1
ABRIL	6	78.2	12.3
MAYO	6	99.9	15.7
JUNIO	7	96.4	14.3
JULIO	7	92.4	14.2
AGOSTO	7	87.8	13.1
SEPTIEMBRE	8	119.6	14.2
OCTUBRE	10	135.5	13.6
NOVIEMBRE	8	108.4	12.8
DECIEMBRE	10	140.9	13.9

Rio Negro (48-88) - Pr Tabla 3(f)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	10	130.3	13.1
FEBRERO	10	136.7	13.3
MARZO	10	135.5	13.9
ABRIL	7	97.6	13.6
MAYO	7	109.6	16.2
JUNIO	7	107.7	15.0
JULIO	7	90.4	13.7
AGOSTO	7	97.5	14.7
SEPTIEMBRE	9	125.8	14.3
OCTUBRE	9	154.4	17.6
NOVIEMBRE	8	121.9	15.1
DECIEMBRE	10	129.4	13.4

Matos Costa (48-88) - Pr Tabla 3(g)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	14	171.4	12.3
FEBRERO	15	194.3	13.4
MARZO	13	168.1	13.0
ABRIL	9	93.8	10.2
MAYO	7	83.7	11.6
JUNIO	8	82.1	10.6
JULIO	8	82.7	12.1
AGOSTO	8	93.9	12.3
SEPTIEMBRE	11	131.6	12.1
OCTUBRE	12	134.2	11.4
NOVIEMBRE	11	112.4	10.5
DECIEMBRE	13	139.5	11.5

Garcia (48-88) - SC Tabla 3(h)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	12	156.2	12.9
FEBRERO	12	178.4	14.8
MARZO	10	139.1	13.5
ABRIL	8	104.3	13.2
MAYO	7	91.7	12.9
JUNIO	7	84.4	11.8
JULIO	7	83.6	12.2
AGOSTO	7	86.8	11.9
SEPTIEMBRE	10	119.6	12.0
OCTUBRE	11	139.3	12.2
NOVIEMBRE	10	115.0	12.0
DECIEMBRE	11	138.7	12.5

Ilhota (48-88) - SC Tabla 3(i)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	6	153.4	24.3
FEBRERO	7	166.7	23.9
MARZO	6	133.2	23.1
ABRIL	5	115.9	23.5
MAYO	5	129.3	24.9
JUNIO	6	147.7	23.2
JULIO	6	145.1	23.9
AGOSTO	7	197.2	28.6
SEPTIEMBRE	7	207.0	27.8
OCTUBRE	6	175.6	27.7
NOVIEMBRE	6	140.1	23.7
DECIEMBRE	6	145.3	24.6

Erebango (48-88) - RS Tabla 3(j)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	10	146.9	14.5
FEBRERO	10	145.0	14.9
MARZO	9	131.8	15.5
ABRIL	6	92.6	14.5
MAYO	6	91.2	14.3
JUNIO	7	116.8	16.3
JULIO	8	124.4	16.1
AGOSTO	9	146.9	16.9
SEPTIEMBRE	9	160.4	18.3
OCTUBRE	9	139.9	16.2
NOVIEMBRE	7	102.7	14.1
DECIEMBRE	8	120.6	14.5

Passo Tainhas - RS (48-88) - Tabla 3(l)

MESES	DD	$\overline{PP}$	PP / DD
ENERO	8	129.1	16.6
FEBRERO	8	106.1	14.1
MARZO	8	132.0	17.3
ABRIL	6	94.9	16.8
MAYO	6	106.6	16.6
JUNIO	8	134.4	17.0
JULIO	8	155.1	18.5
AGOSTO	8	144.4	17.5
SEPTIEMBRE	9	154.8	17.3
OCTUBRE	7	122.4	16.1
NOVIEMBRE	7	96.3	14.9
DECIEMBRE	7	90.6	13.6

Canguçu (48-88) - RS Tabla 3(m)

Las tablas 3(a) hasta 3(j) muestron el promedio de dias de lluvias, promedio de lluvias y cantidades de precipitaciones por dia lluviosos (PP/DD), para un conjunto de estaciones del Brasil Meridional.

estudio de series temporales. Los resultados coinciden con la clasificación o discriminación del metodo anterior.

Para hacer la clasificación se utilizaron las 127 estaciones tomando el total de cada año del período de 1948 hasta 1988. Después se dividieron las series en período de invierno, de mayo hasta octubre, y verano, de noviembre hasta abril, según lo definido en los análisis realizados por el CPTEC, INPE. Esta división de los períodos está hecha con base en observaciones de la aparición de la Alta de Bolivia, junto con la ZCAS, según Climanálise.

Con la serie del total de cada año, período de invierno (6 meses) y período de verano (6 meses) se hizo el estudio de clasificación, para sintetizar las informaciones.

Los tres períodos, total anual, invierno y verano, muestran una gran coherencia en la elección de las estaciones clasificadas. Además de esto los métodos de vecindad más próxima y centroide, Cormack, (1971) y de los parámetros de las distancias euclideanas, coeficiente de correlación de Pearson y coeficiente gamma, también demostraron coherencia entre grupos de las tres series (total anual, invierno y verano).

A partir de la clasificación de las estaciones se efectuó el estudio de las series a través del análisis de series temporales. Aquí se tomó también las series de verano e invierno divididas en 6 meses.

El primer análisis realizado fue el estudio de las marchas anuales de las precipitaciones de las series clasificadas de las cuatro provincias. La región de estudio muestra la provincia de San Pablo altamente estacional, con verano lluvioso e invierno seco. Paraná y Santa Catarina tiene una transición entre San Pablo y Río Grande del Sur. Los gráficos de las figuras 8 y 9 y el anexo IV ilustran esta discusión, presentando los promedios para un período de 41 años (1948 - 1988).

Las tablas 3 (A hasta L) muestran para las mismas estaciones, promedio del número de días con lluvia (precipitación por encima de 1mm), las cantidades de

precipitación por días lluviosos y el promedio de la precipitación mensual en el período analizado. La estación lluviosa empieza en septiembre/octubre, alcanzando su máximo en enero y finalizando en abril, aproximadamente, para la provincia de San Pablo, Sugahara (1991).

Las estaciones analizadas fueron: Antonina (PR5), Jataizinho (PR1), Rio Negro (PR25), Garcia (SC6), P. Tainhas (RS23), con todos los datos y Guarapuava/Santa Clara (PR22) con falta de informaciones de noviembre a diciembre de 1952, marzo de 1953 y enero a diciembre de 1981; Ilhota (SC8) con falta de datos en julio de 1983 e abril a diciembre de 1988; Matos Costa (SC9), con falta de datos en enero de 1949, febrero de 1961, diciembre de 1981 y marzo a abril de 1988; Canguçu (RS17) con falta de informaciones de julio de 1949 a octubre de 1950, junio a agosto de 1956, septiembre de 1958 a enero de 1959, marzo de 1961 a diciembre de 1961.

La elección de estas estaciones fue hecha teniendo en cuenta la ubicación de las mismas, buscando la mejor distribución espacial.

En las provincias de Paraná y Santa Catarina, en la costa, hay una similitud muy grande con la provincia de San Pablo. Así se puede hacer una primera regionalización tanto de Paraná como de Santa Catarina llevando en cuenta esta marcada característica.

La costa de Paraná (Antonina) y la región norte (Jataizinho) tiene un promedio de lluvia más grande en el verano, empezando en octubre y teniendo su máximo en enero. En la costa del Paraná, la precipitación es más intensa que al norte de esta provincia. Esto se debe a las características de la costa que tiene un relieve muy marcado, una brisa del mar muy acentuada, provocando un aumento de la precipitación. Ya Guarapuava y Río Negro, estaciones más continentales no presentan estas características. El mes más lluvioso es octubre en Guarapuava y febrero en Río Negro, pero con una distribución más uniforme en todo el año.

En Santa Catarina, la estación Matos Costa tiene mucha similitud con Río Negro (PR), pero Garcia e Ilhota son muy parecidas con las estaciones de la costa del

Paraná, presentando máximos en verano (comienza en septiembre) en los meses de enero/febrero.

Las estaciones de Río Grande del Sur son, en general, más uniformes en la distribución del promedio de la precipitación. Aunque, en la costa hay una mayor precipitación en los meses de enero y febrero, no es tan significativa como en la provincia de San Pablo que tiene verano húmedo e invierno seco.

El promedio de dias de lluvias (frecuencia media de idas de lluvias) encuéntrase en fase con los promedios de lluvias, (las dos primeras columnas). Ya la intensidad representado en las tablas 3 por PP/DD no tiene onda anual definida indicando que la naturaleza de cada evento lluviosos es similar.

Con el promedio y el desvío estándar se realizó el estudio de la estructura espacial de las series. Este estudio mostró una mayor precipitación en verano, principalmente en San Pablo, respecto a Río Grande del Sur.

Además del análisis de la onda anual, a través del promedio y del desvío estandarizado se utilizó el análisis armónico como metodología exploratoria de la variabilidad de las series de precipitaciones, anexo V. Se puede observar que el análisis de Fourier muestran procesos bien determinísticos en las estaciones de San Pablo, la costa de Paraná y en la costa de Santa Catarina. San Pablo tiene una onda anual muy marcada en todas las estaciones analizadas, mientras que Paraná, en la costa, tiene el mismo comportamiento, con ondas anuales muy marcadas. Santa Catarina, también tiene algunas estaciones, aunque más ruidosas, con las ondas anuales bien definidas. Las demás estaciones analizadas de Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur, presentan señales ruidosos.

Las figuras del anexo V, presentan los mapas con la ubicación de las estaciones y abajo de las mismas, entre paréntesis, los valores de la varianza del armónico 41 (la onda anual). Estos valores para cada provincia confirma las afirmaciones hechas en el párrafo anterior.

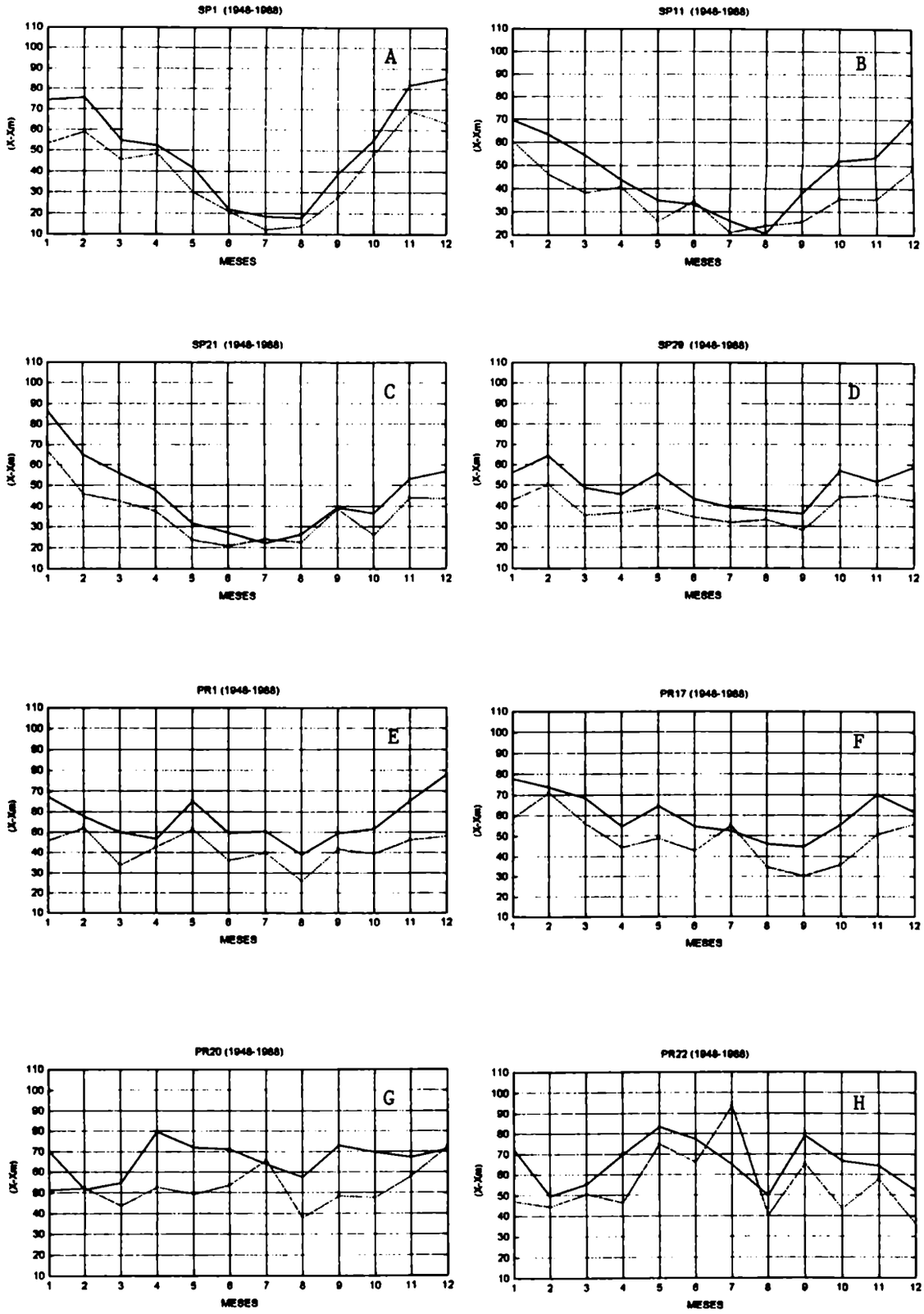


Figura 10 - Graficos del modulo de $(X - \bar{X})$ de las precipitaciones de San Pablo y Paraná.

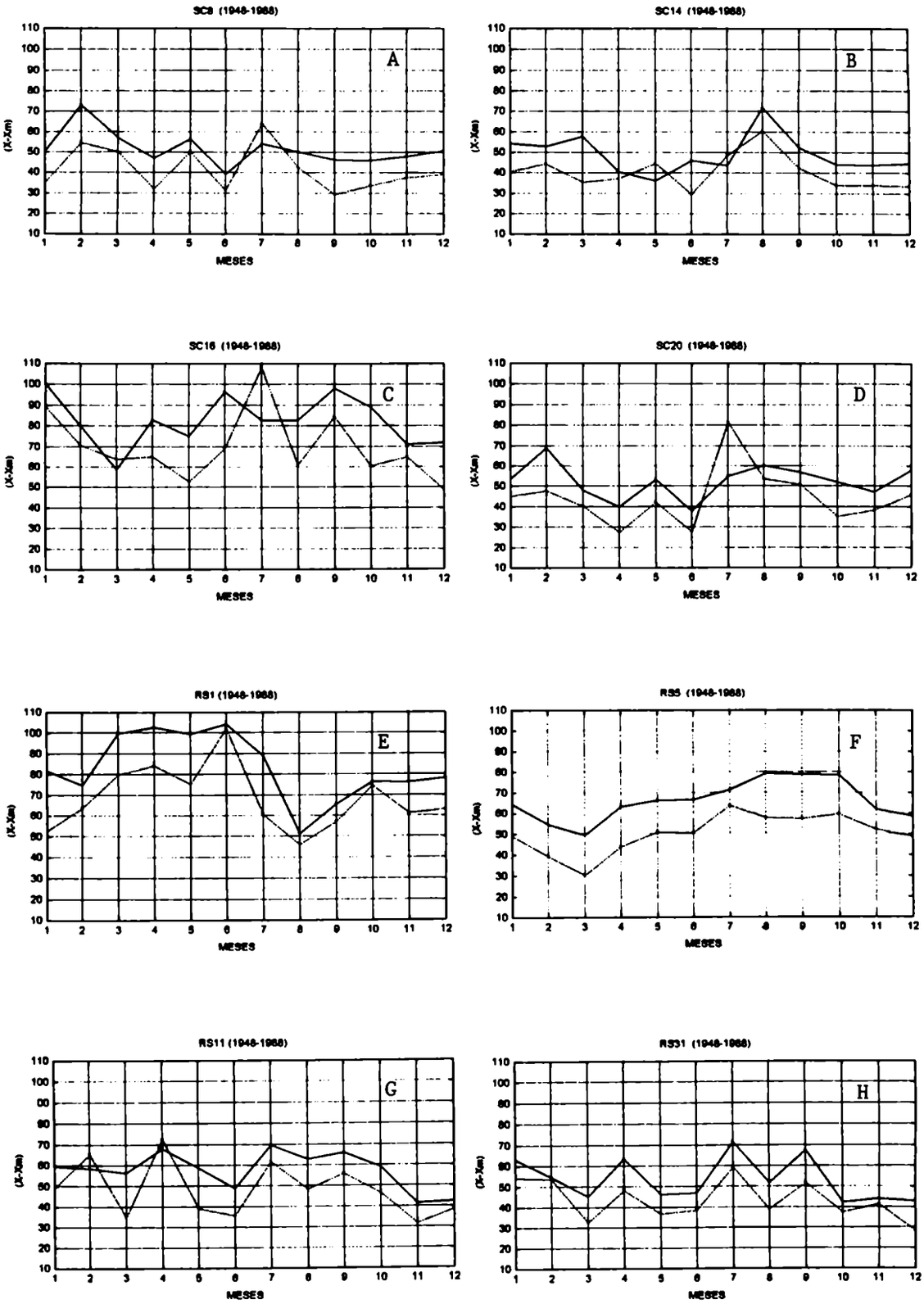


Figura 11 - Graficos del modulo de $(X - \bar{X})$ de las precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur. La linea superior representa el promedio y la linea inferior, el desvio estander.

Para intentar filtrar la onda anual se obtuvieron las anomalías expresadas en distintas formas. Las figuras 10 y 11, muestran las medias y los desvíos estandarizados de las anomalías de las estaciones de San Pablo, Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur, calculadas a través del módulo de $(X(I)-\overline{X})$. Se nota que la variabilidad, muy marcada en la marcha anual de los datos originales, disminuye con la utilización de este filtro. La estación de Cándido Mota (22:53;50:30), San Pablo, es la que mejor filtra la onda anual en relación a las otras estaciones de San Pablo analizadas.

Otra forma de filtrar la onda anual de las series estudiadas y homogeneizar los resultados para una comparación regional fue utilizando el módulo de $((X(I)/\overline{X})-1)$. En estas marchas anuales lo que se ve en las figuras (12 y 13) son máximos en invierno, en las estaciones de San Pablo y en la costa de Paraná (estaciones de Morretes (25:28;40:50) y Veu de Noiva (25:26;48:57)). Esto significa que la variabilidad de estas series no están en estricta relación con el promedio.

En el filtro de la onda anual utilizando anomalías se observa coherencia en el caso de la utilización del promedio o el desvío estandarizado de las series utilizadas o sea Paraná, es la provincia de transición entre el régimen de precipitación de San Pablo y Río Grande del Sur y Santa Catarina. Se debe mencionar que en Paraná la onda anual es bien definida con máximo en verano y mínimo en invierno, en la costa. Los gráficos de las estaciones de Morretes y Veu de Noiva muestran muy bien la onda anual, parecido con las estaciones de San Pablo, mientras que en el interior ya hay un comportamiento de latitud media, muy parecido con las series de precipitación de Santa Catarina y Río Grande del Sur.

Se utilizó también como filtro de la onda anual la expresión $((X(I)-\overline{X})/\sigma)$ y otra utilizando la mediana en lugar del promedio. En las figuras 14 y 15 se muestra la marcha anual de estas anomalías. Los resultados muestran que hubo un filtro efectivo de la onda anual en todas las series aunque aparece una mayor variabilidad en las estaciones analizadas.

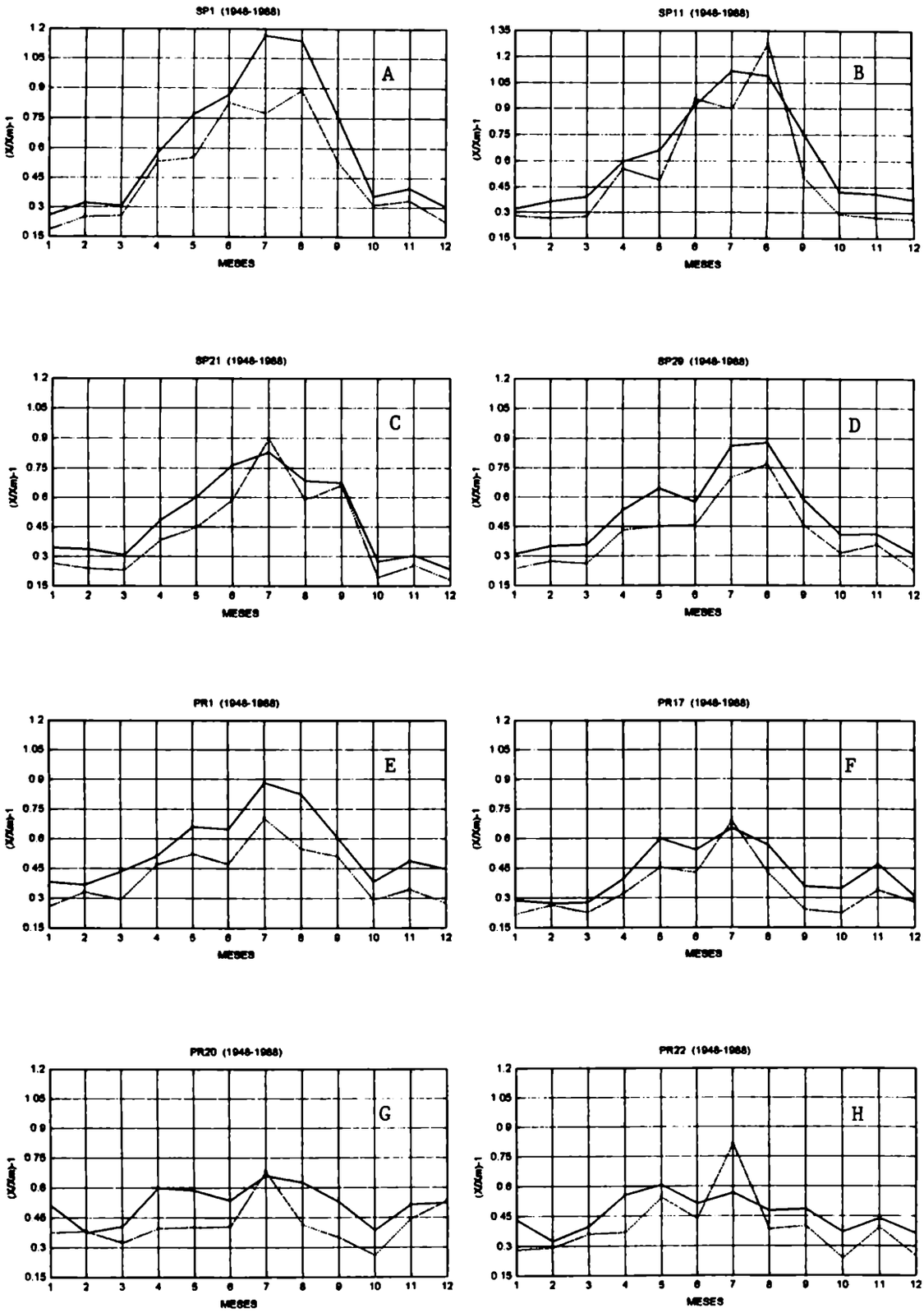


Figura 12 - Graficos del modulo de $(X/\bar{X}) - 1$ de las precipitaciones de San Pablo y Paraná. La linea superior representa el promedio y la linea inferior, el desvio estander.

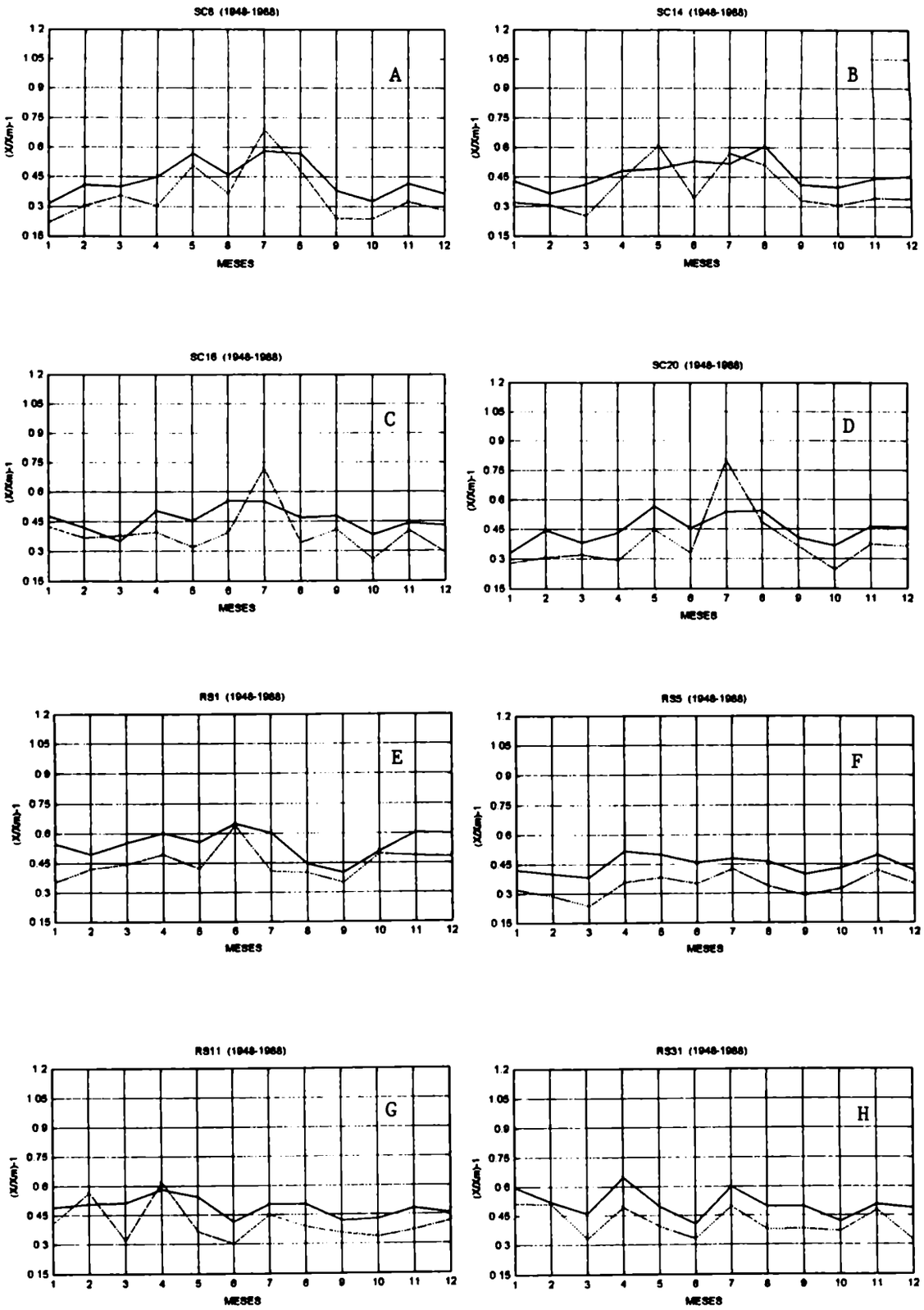


Figura 13 - Gráficos del modulo de $(X/\overline{X})-1$ de las precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur. La linea superior representa el promedio y la linea inferior, el desvio estander.

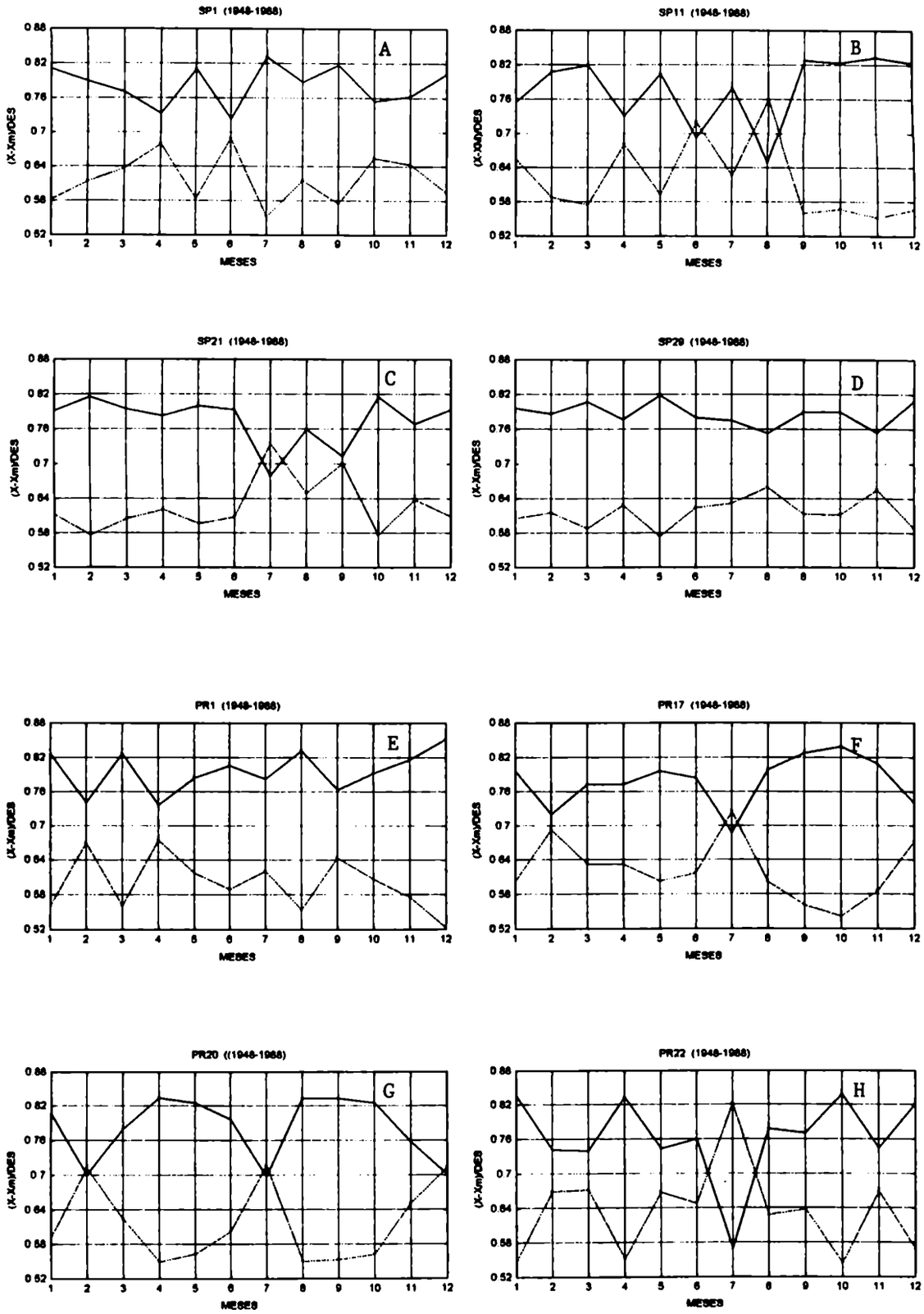


Figura 14 - Graficos del modulo de (X - $\overline{X}$)/DES de las precipitaciones de San Pablo y Paraná. La linea superior representa el promedio y la linea inferior, el desvio estander.

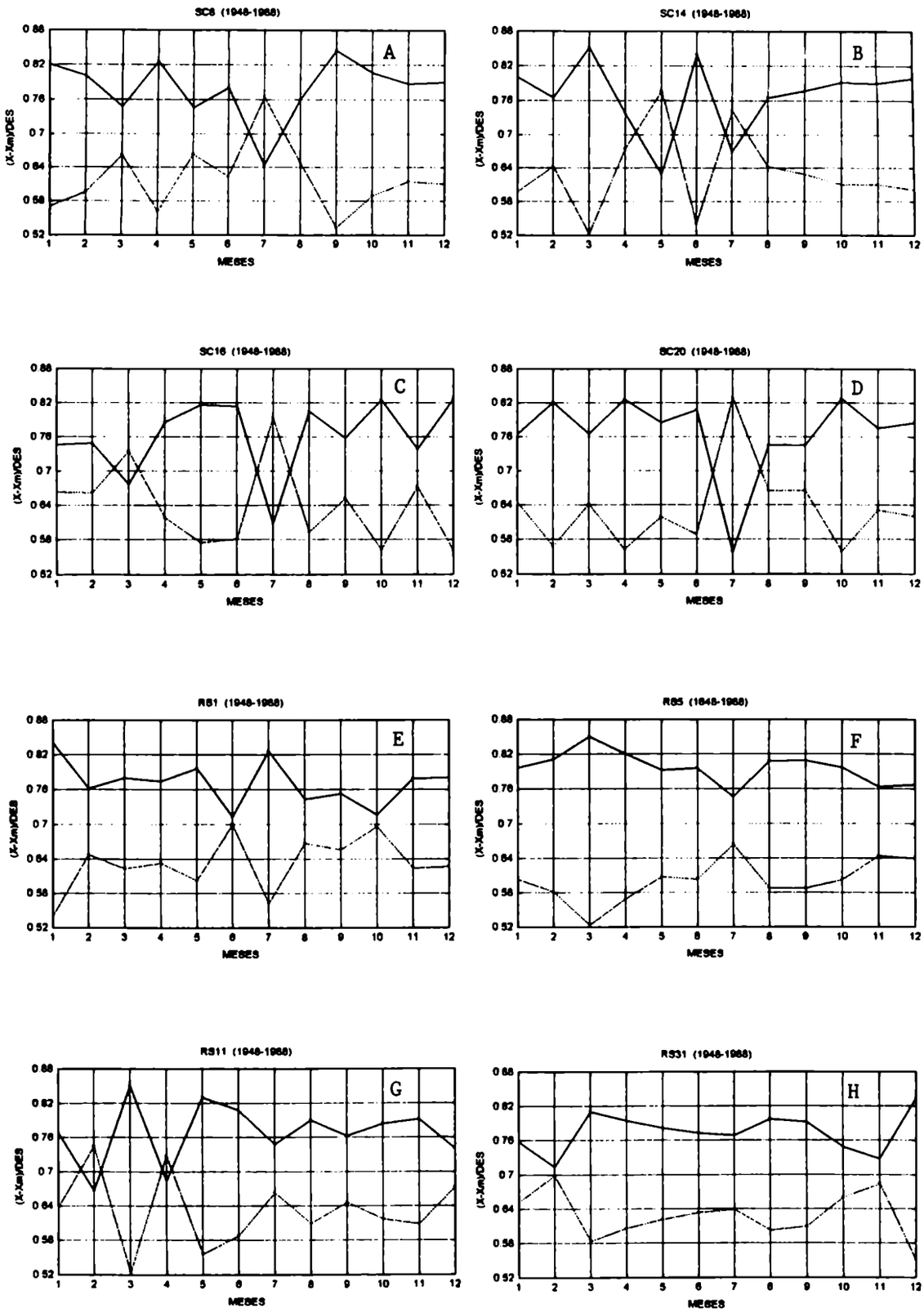


Figura 15 - Graficos del modulo $(X - \bar{X})/DES$ de las precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur. La linea superior representa el promedio y linea inferior, el des - vio estander.

Para elegir el mejor filtro se utilizó el análisis de Fourier, aplicado a la serie original y a las series filtradas. Por ejemplo, la serie original de la estación de Candido Mota (SP29), tabla 4, presenta el armónico 41 con una varianza explicada de 34.96%, la mayor varianza. Para la serie utilizada este armónico representa la onda anual. En la serie $\left|\left[(X(I)/\overline{X})-1\right]\right|$ se advierte una significativa disminución de la varianza explicada de la onda anual, aunque las otras formas de filtro presentadas también en la tabla 4 muestra una reducción más acentuada de los armónicos de la onda anual.

Estaciones	VARIANZA EXPLICADA (%)			
	X(I)	$\left\|(X(I)-\overline{X})\right\|$	$\left\|\left[(X(I)/\overline{X})-1\right]\right\|$	$\left\|(X(I)-\overline{X}/\sigma)\right\|$
SP20	62.18	16.76	14.92	0.06
SP29	34.96	2.89	12.49	0.03
SP40	34.13	14.16	2.33	0.03
SP45	56.37	18.74	13.58	0.12
PR17	35.80	5.21	7.88	0.10
PR18	27.61	2.54	5.17	0.06
PR19	2.37	0.55	1.24	0.03

Tabla 4 - Para el armónico 41 (onda anual) los valores en porcentaje para la serie original y para cada filtro utilizado

Las estaciones continentales de Paraná y Santa Catarina (PR19, PR22, SC3, SC9 y SC16) y las estaciones del R.G. del Sur, presentan el armónico correspondiente a la onda anual del período 1948-1988 con varianza no significativa en ninguna de las series. Esto significa que no hay períodos húmedos ni secos muy marcados en la región y que no existen necesidad de filtro de oda anual.

Otro ejemplo que refleja las condiciones costera se presenta para la estación Rio del Pouso (SC13) con el armónico 41 con una varianza explicada de 10.13% y también el módulo de estandarización como el mejor filtro.

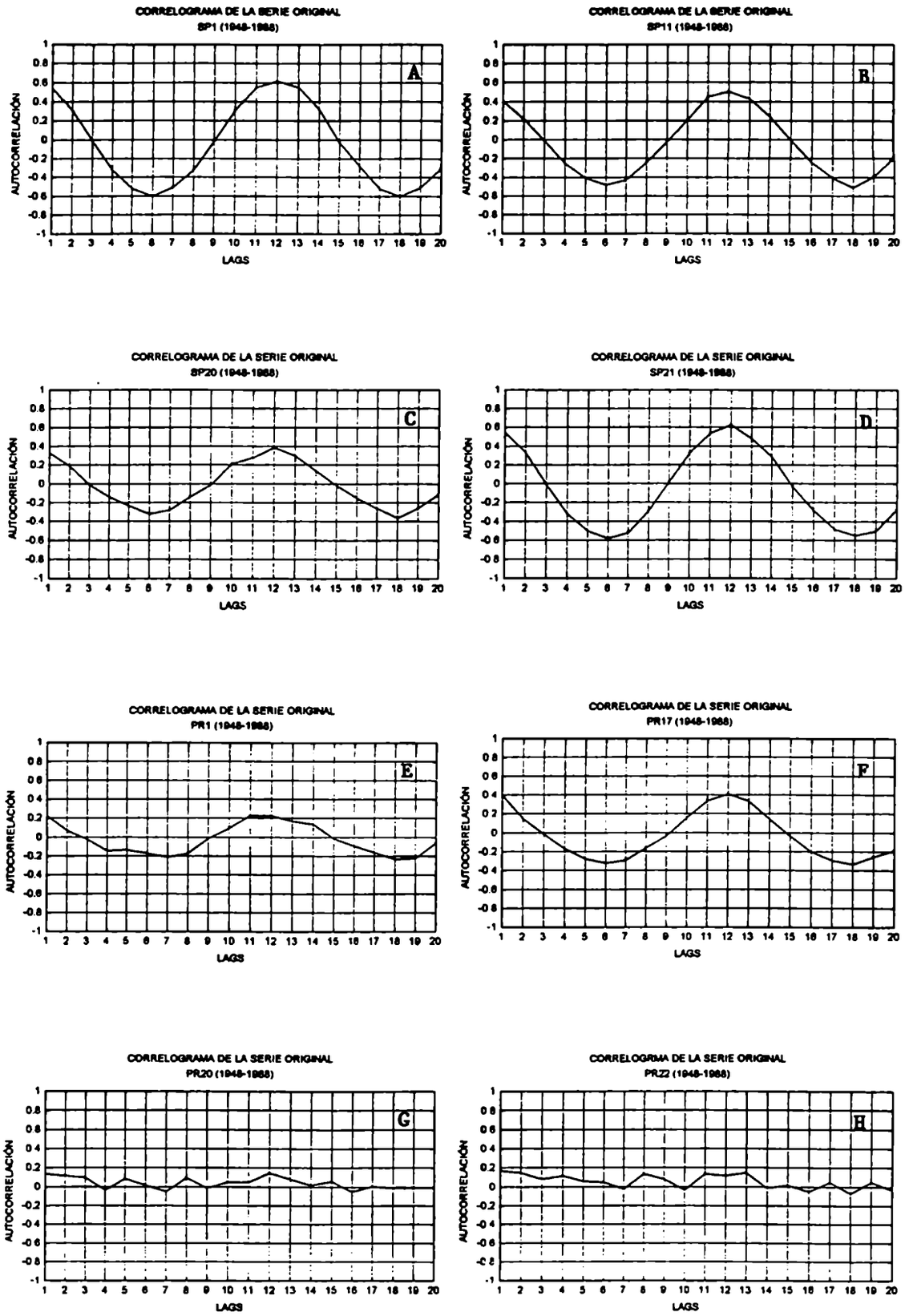


Figura 16 - Correlograma de las series originales de precipitaciones de San Pablo y Paraná.

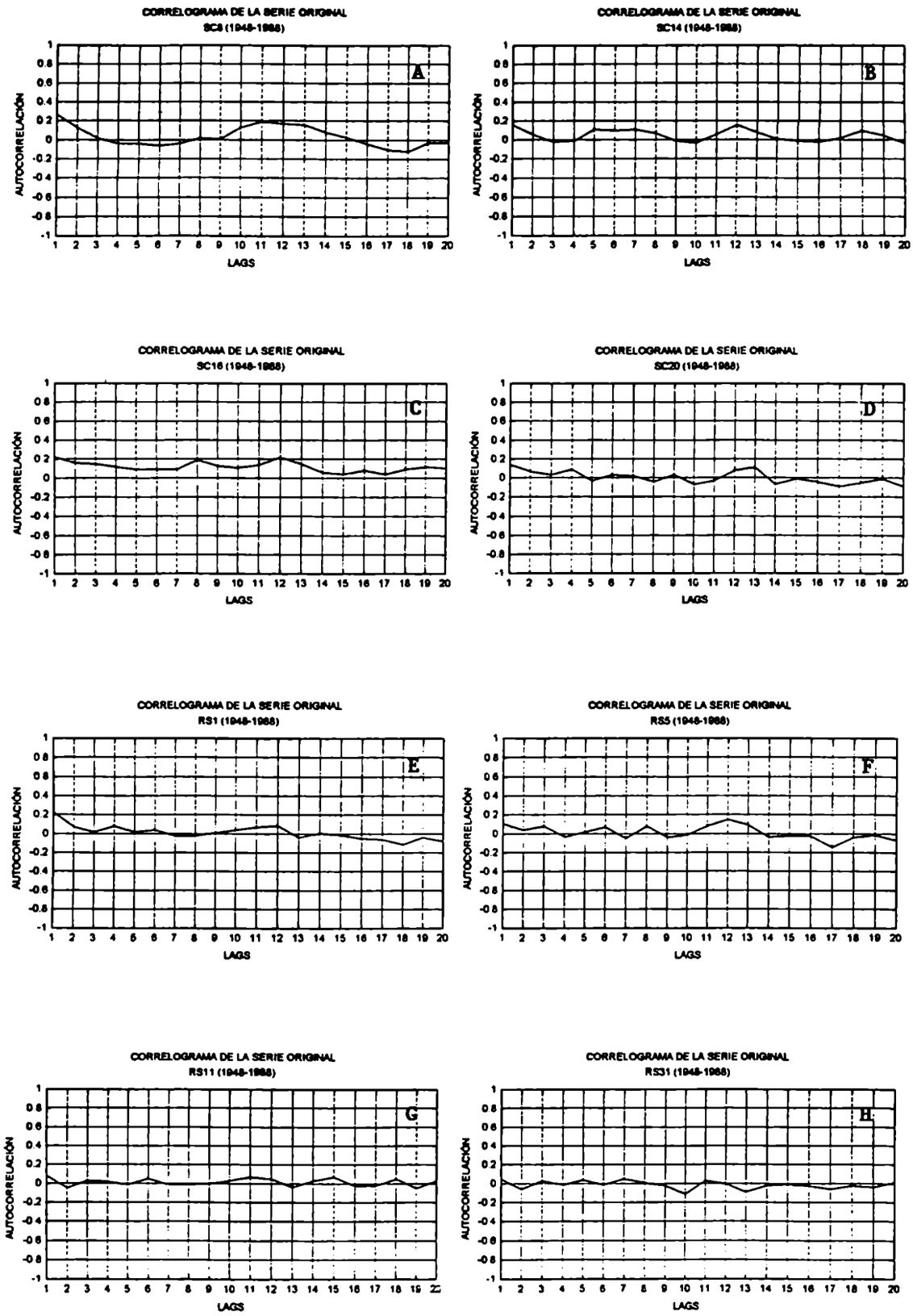


Figura 17 - Correlograma de las series originales de precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

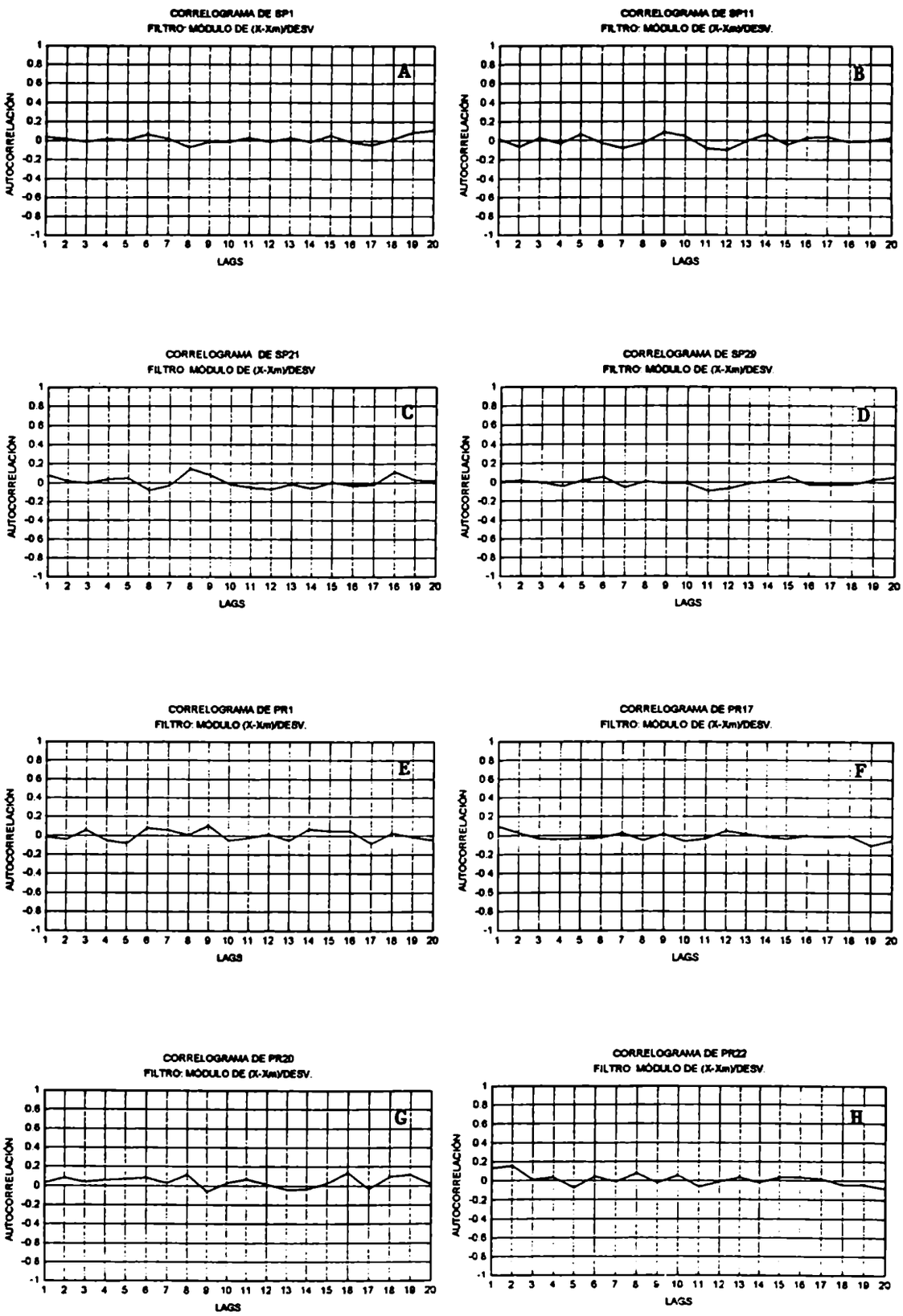


Figura 18 - Correlograma del modulo de (X-Xm)/DES de las series de precipitaciones de San Pablo y Paraná.

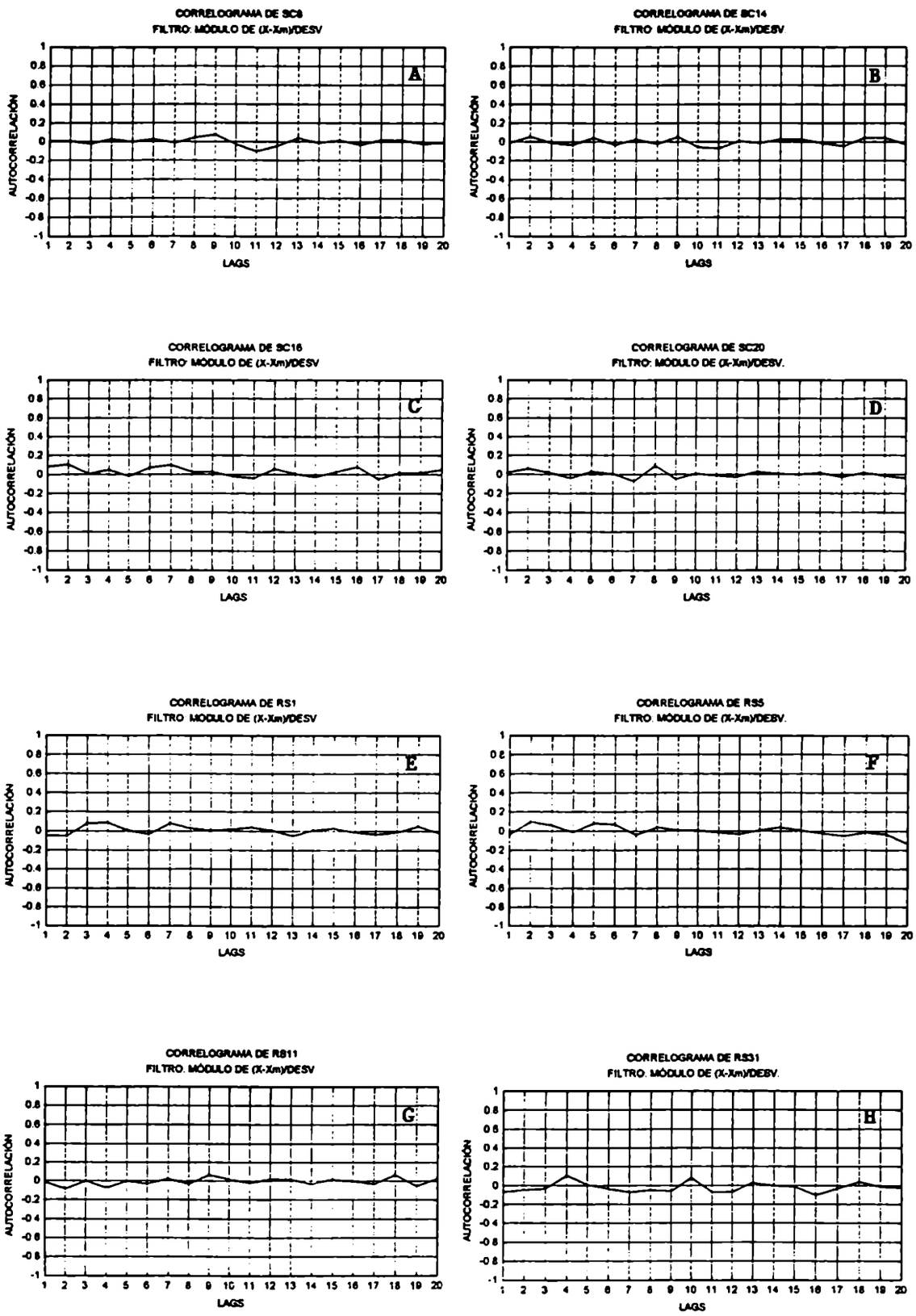


Figura 19 - Correlograma del modulo de (X-Xm)/DES de las series de precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur

Estaciones	VARIANZA EXPLICADA (%)			
	X(I)	$\lvert(X(I)-\overline{X})\rvert$	$\lvert[(X(I)/\overline{X})-1]\rvert$	$\lvert(X(I)-\overline{X}/\sigma)\rvert$
SP20	62.18	16.76	14.92	0.06
SP29	34.96	2.89	12.49	0.03
SP40	34.13	14.16	2.33	0.03
SP45	56.37	18.74	13.58	0.12
PR17	35.80	5.21	7.88	0.10
PR18	27.61	2.54	5.17	0.06
PR19	2.37	0.55	1.24	0.03

Tabla 4 - Para el armónico 41 (onda anual) los valores en porcentaje para la serie original y para cada filtro utilizado

Filtrada la onda anual, el siguiente paso fue intentar ver que otros procesos estocásticos y que efectos particulares influyen en las series estudiadas y cual es el grado de independencia de los datos.

Con este propósito se calculó la función de autocorrelación de la serie original y de (X-Xm)/σ hasta 20 "lags". Las figuras 16 y 17, 18 y 19 respectivamente, presentan los gráficos para las series originales y de estandarización de los datos de San Pablo (SP1, SP11, SP20 y SP21), Paraná (PR1, PR17, PR20 y PR22), S. Catarina (SC8, SC14, SC14 y SC20) y R. Grande del Sur (RS1, RS5, RS15 y RS31).

De la análisis surge que las series de cualquier punto de esta región de Brasil no contienen persistencia nada más que aquella dada por la onda anual que como sabemos se puede considerar como un proceso casi determinístico. Esto implica que el ajuste de modelo de estas series deberán considerar la hipótesis de valor aleatorio.

Finalmente se aplicó a las series, la técnica de análisis espectral para detectar de que manera contribuyen las oscilaciones de las distintas longitudes de onda a la varianza total, para averiguar si existe diferentes ciclos compatible con lo observado en las estimaciones de autocorrelaciones.

El máximo "lag" utilizado para el cálculo de los espectros es aproximadamente 150 (30% de los datos de la serie total), lo cual es lo indicado para obtener una buena resolución y además estabilidad en las estimaciones.

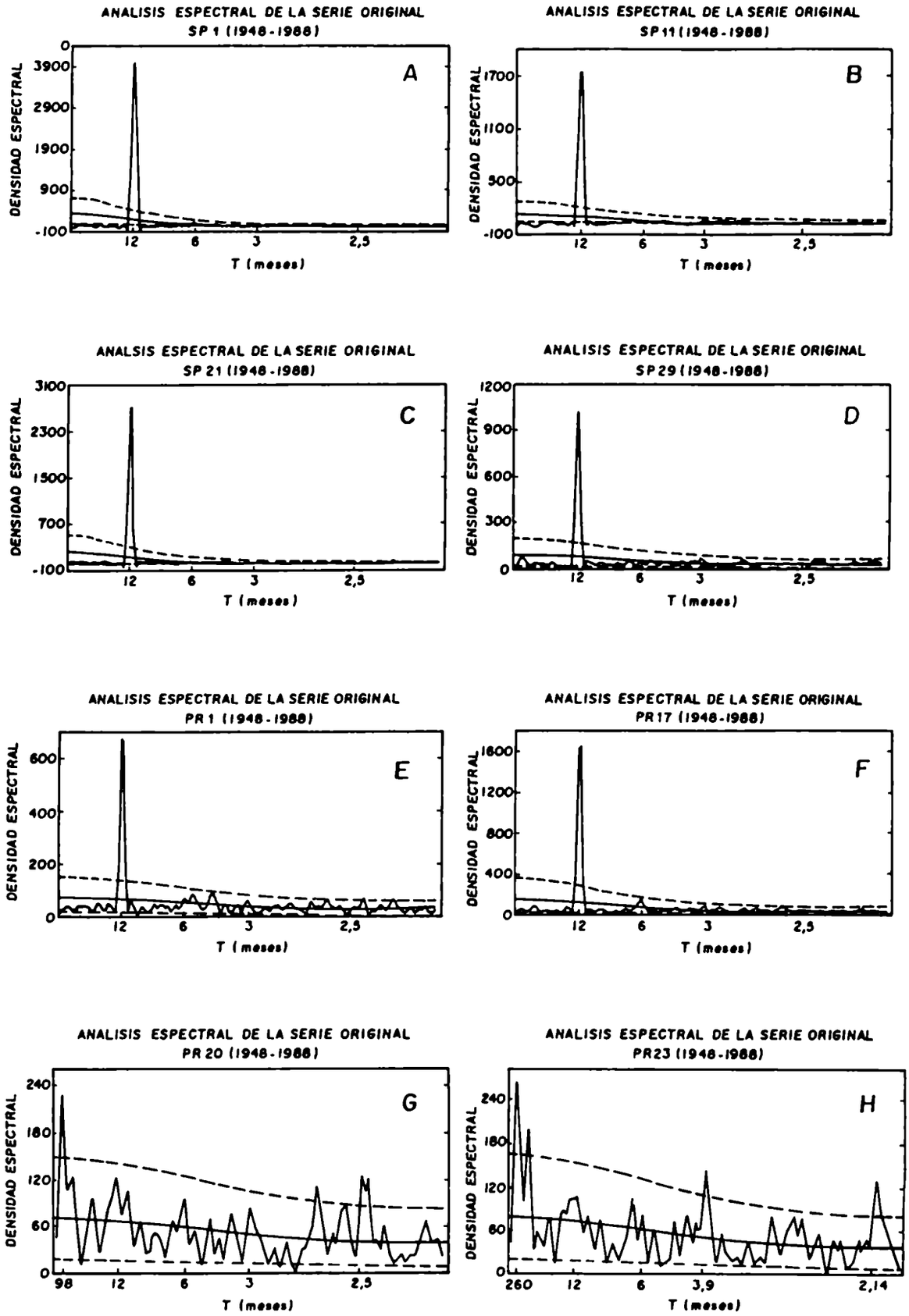


Figura 20 - Análisis espectral de las series originales de precipitación total mensual de San Pablo y Paraná.

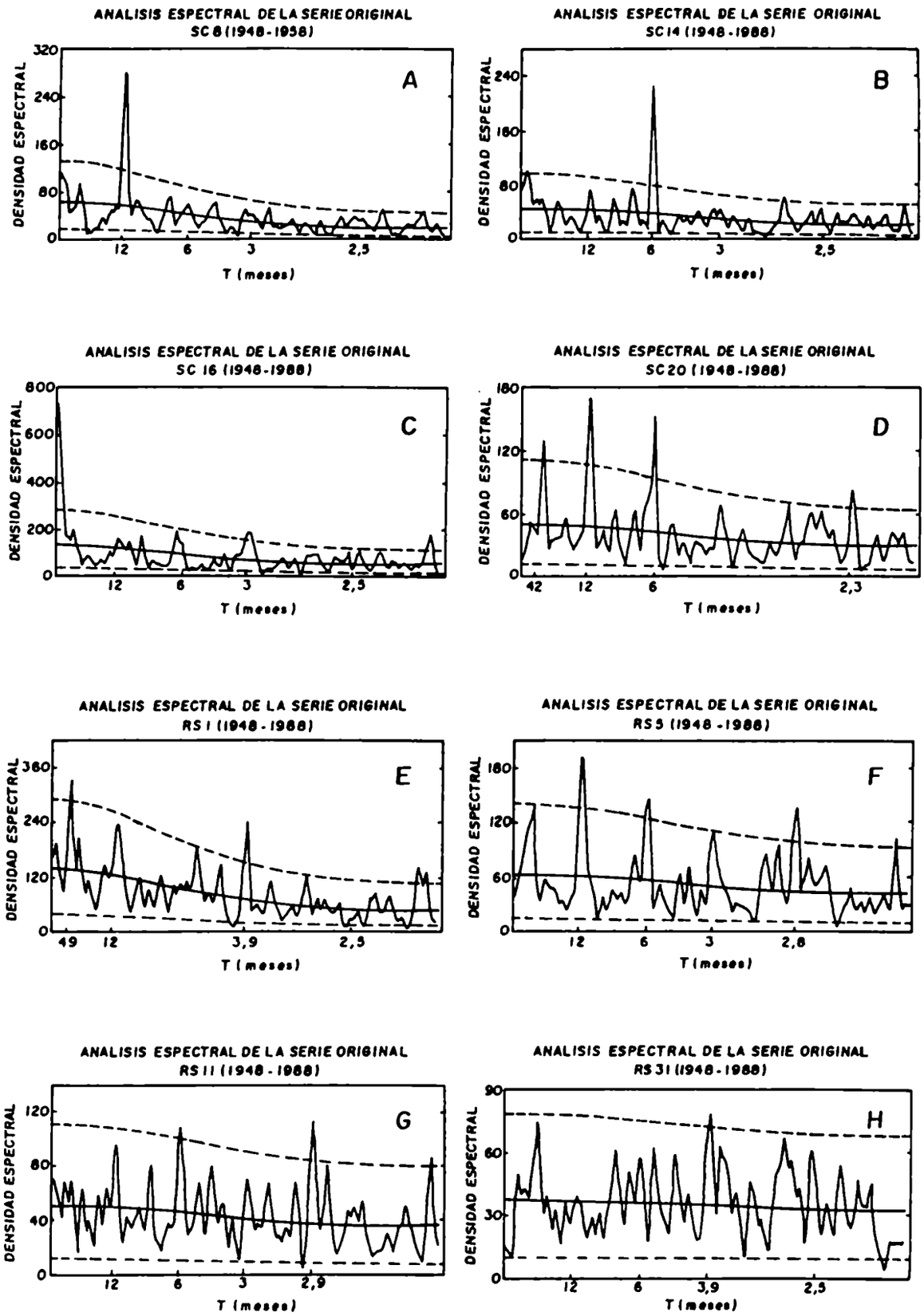


Figura 21 - Análisis espectral de las series originales de precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

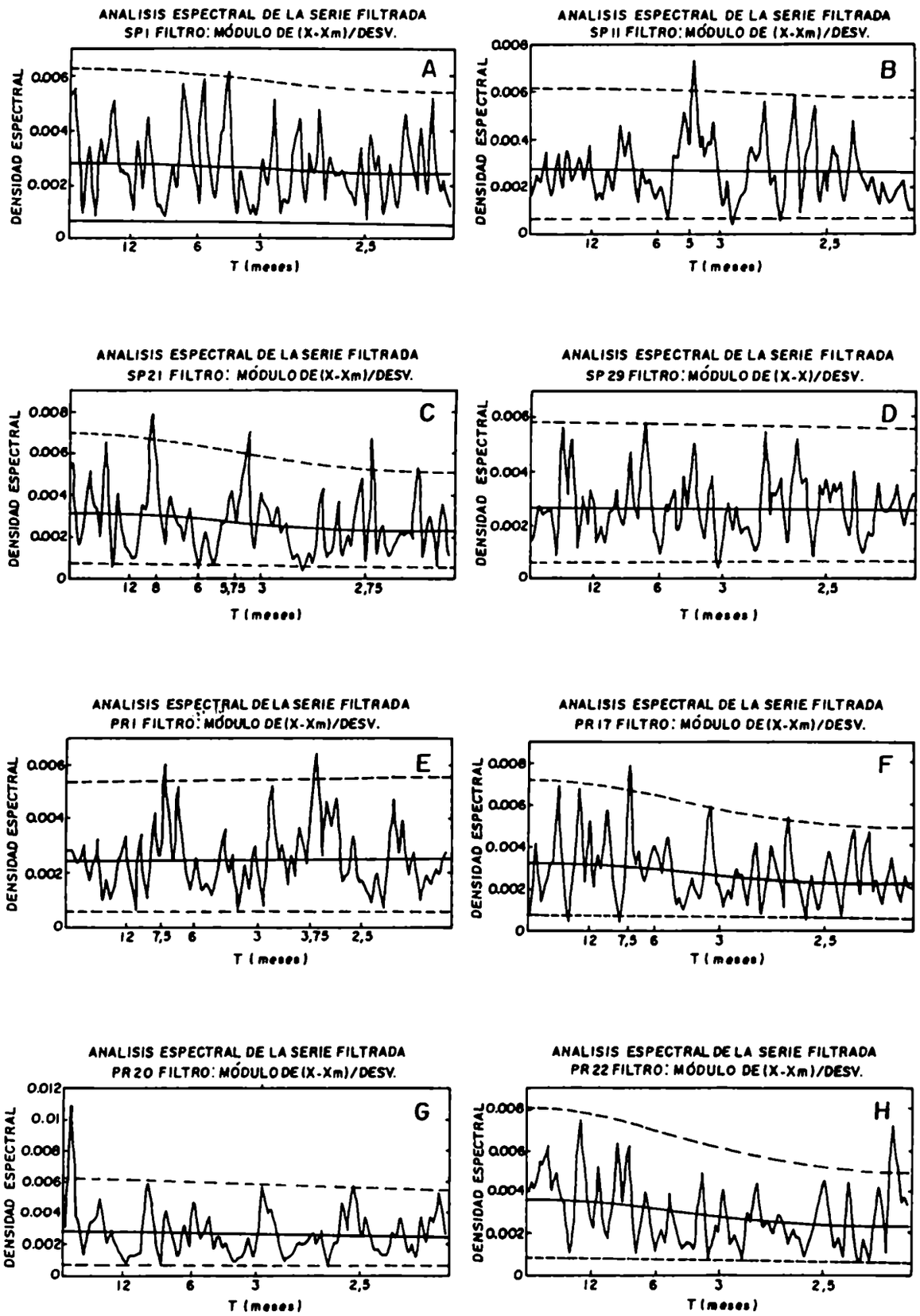


Figura 22 - Análisis espectral del modulo de $(X-\bar{X})$DESV de las series de precipitaciones total mensual de San Pablo y Paraná.

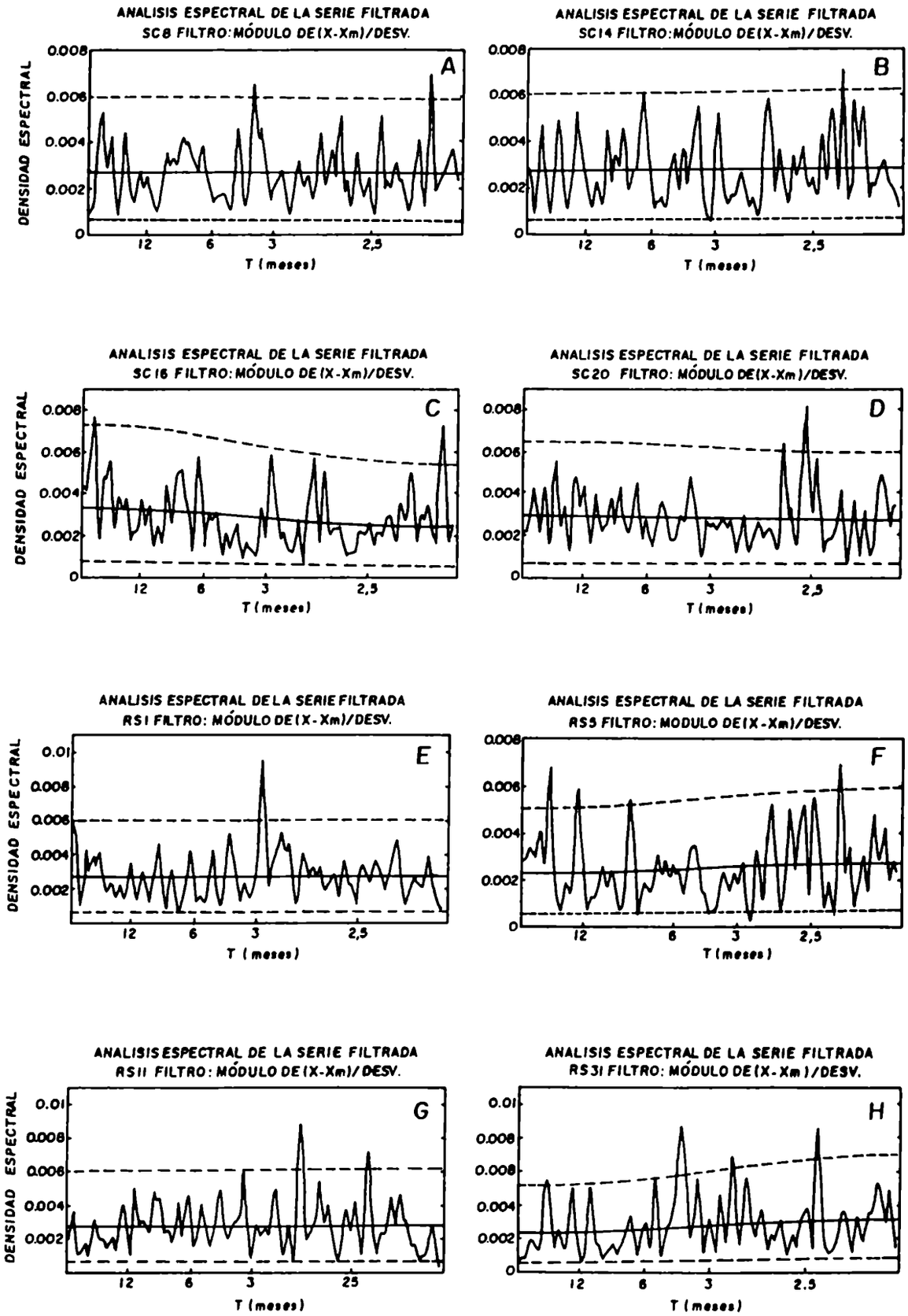


Figura 23 - Análisis espectral del modulo de $(X-\bar{X})$/DESV de las series de precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

En las figuras 20 y 21 se observa el espectro correspondiente a los datos originales de la precipitación total mensual, para el período 1948 - 1988. Las figuras 20 (A hasta H) presentan los espectros para distintas estaciones de San Pablo y Paraná. Las figuras 21 (A hasta H), los espectros para distintas estaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

Se puede observar en las series de San Pablo y Paraná (la costa y noreste de este estado) y SC8 (Santa Catarina) que el unico ciclo predominante en la serie es el ciclo anual, para un nivel de confianza de 95%. Las otras series estan dominadas por procesos predominantemente aleatórios, no obstante PR20, PR22, SC16, y RS1 existen picos que representan longitudes de ondas entre 98 y 48 meses. Esta ultima podria ser un reflejo de las ondas semi anual. SC14 presenta un pico en el ciclo semi anual y la serie SC20 tiene significancia en las ondas de los ciclos anual y semi anual. En las series de R. G. del Sur hay manifestación predominante del ciclo anual, (RS1 y RS5) y semi anual, (RS11 y RS31).

Para eliminación del ciclo anual se utilizó las series con filtro de $\left(X(I)-\overline{X}\right)/\sigma$. Los resultados son presentados en las figuras 22 (A hasta H), para San Pablo y Paraná. Las figuras 23 (A hasta H) para S. Catarina y R. G. del Sur. Las series filtradas de S. Pablo no presentaron la onda anual y para distintas series estudiadas se presentaron picos espectrales de diversas longitudes de onda, aunque es evidente el efecto de los procesos al azar. Las series de S. Pablo se quedaron más ruidosas.

En las series de Paraná, S. Catarina y R. G. del Sur el espectro muestra distintas ondas importantes sin que ninguna tenga una inferencia climática evidente. Las series filtradas en general no presentaron signos de la onda anual en las series del Brasil Meridional analizadas.

Se estudió la coherencia regional de las series a través de la función correlación lineal contra la distancia, para cada período (total anual, total de invierno y total de verano), para todas las estaciones clasificadas por el análisis multivariado, cluster y para cada provincia separadamente. En las figuras (24 C, D, E, F, G, H) se

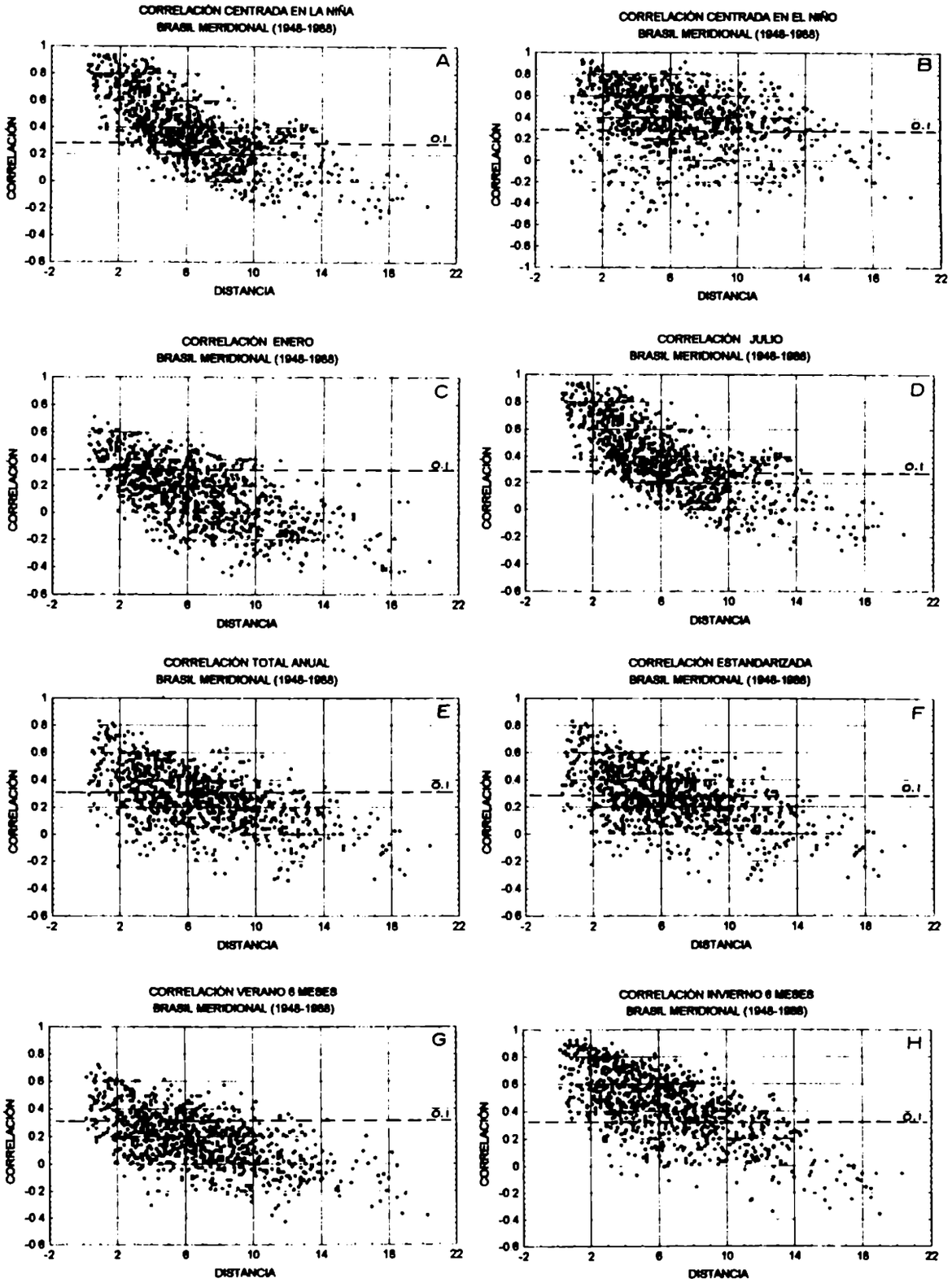


Figura 24 - Correlación en función de las distancias de las estaciones del Brasil Meridional. Las distancias fueron medidas en milimetros.

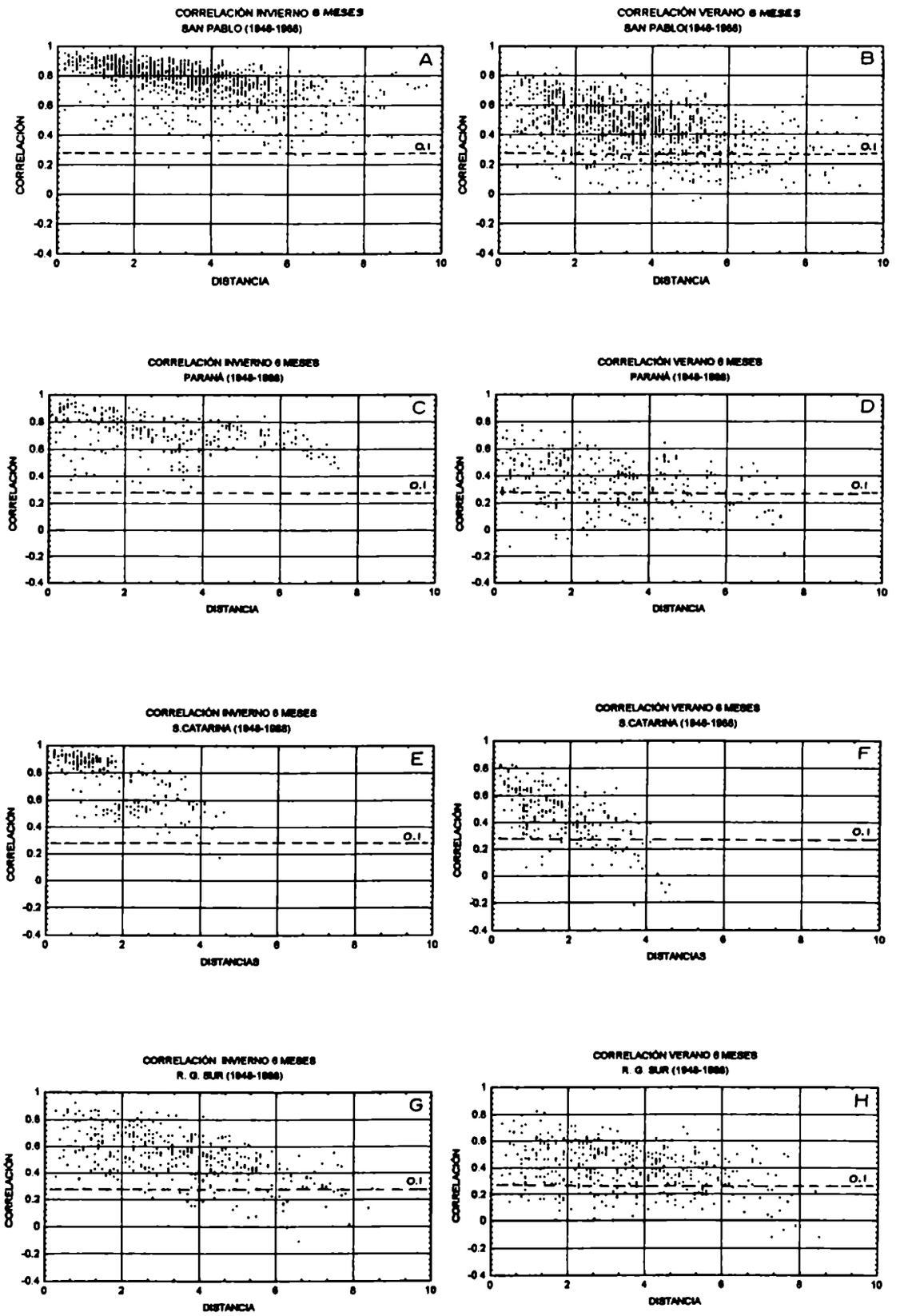


Figura 25 - Correlación in funcion de las distancias para cada provincia del Brasil Meridional, período de invierno (6 meses) y verano (6 meses). Las distancias fueran medidas en milimetros.

presentan las funciones de estructura o de correlación lineal con las distancias para el total anual, de invierno y verano. Se nota una correlación más fuerte en el invierno cuando se compara con el verano y el total anual. La homogeneidad regional existente en el período de invierno, seria debido a los procesos físicos que originan estas precipitaciones y explican estas diferencias. En el invierno son predominantes las lluvias debido a las masas polares por lo que son más homogéneos los campos de precipitaciones resultantes (gradientes suaves), mientras que en el verano los sistemas convectivos que son los más actuantes, provocan una mayor variabilidad espacial..

Existe una coherencia muy marcada para cada provincia estudiada (San Pablo, Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur). Para cada una de las provincias fueron utilizados las series de las estaciones que se presentan en el Anexo I. Hay una similitud con lo dicho en el párrafo anterior: una mayor coherencia en el invierno, con muchos más puntos altamente significativos en relación al verano, figuras 25 (A, B, C, D, E, F, G).

Las variaciones coherentes en los totales anuales están asociadas con diversos tipos de sistemas precipitantes organizados que cruzan la región, tales como nubes asociadas a frentes frías (Tarifa, 1975), líneas de inestabilidad (Scolar, 1983), complejos convectivos de mesoescalas (Silvia Dias et al., 1986).

5.5 Meses más Lluviosos y más Secos

En la caracterización del régimen de lluvia, también se utilizó el porcentaje de la contribución del promedio del mes en relación al promedio del año, en el período. El anexo VI muestra tablas del porcentaje de todos los meses para algunas estaciones. Se hizo también la combinación de tres meses: período seco (mayo/julio) y período húmedo (diciembre/febrero), así como la combinación de seis meses: período húmedo (octubre/marzo) y período seco (abril/septiembre). Además de estos se calculó el porcentaje de períodos de tres meses consecutivos.

Es importante observar que si todos los meses del año contribuyesen en relación al total anual con la misma precipitación, tendríamos una contribución de 1/12

del total anual (8.33%). Este criterio podría ser adoptado para determinar cuantitativamente los meses relativamente secos (todos los meses con porcentaje inferior a 8.33%).

En la provincia de San Pablo, la contribución del mes de enero y diciembre es, en el promedio, mucho mayor que la contribución de los otros meses y significativamente mayor que el porcentaje de las otras provincias.

En Río Grande del Sur, el mes más seco es noviembre, pero es muy difícil caracterizar el mes más seco en la región sur del Brasil (Paraná, Santa Catarina y Rio Grande del Sur). Julio y agosto son los dos meses consecutivos más secos en la provincia del Paraná, en el promedio, en este período de estudio.

Para la agricultura es de mayor interés el conocimiento de los tres meses consecutivos más lluviosos para la mejor utilización del agua en el ciclo vegetativo de las plantas. En la provincia de San Pablo y en el interior de Paraná, los tres meses más lluviosos fueron diciembre, enero y febrero, con una contribución de 50% de la precipitación total, pero con meriores valores del norte para el sur. En Río Grande del Sur y Santa Catarina la caracterización de los tres meses más lluviosos no es significativa (la lluvia tiene una distribución casi homogéneo durante todos los meses).

Los tres y seis meses concentrados en el período de verano e invierno muestran una marcada precipitación en el verano de San Pablo, con un promedio de 70% de esta contribución en este período.

Aunque en el período de tres meses haya una disminución, en relación a los seis meses, es también más representativa la contribución del verano en relación al invierno, con un promedio de 40% en este período, para San Pablo.

En Río Grande del Sur, en la mayoría de las estaciones, la precipitación en el período de invierno de tres y seis meses es casi igual que la precipitación del verano, en los mismos períodos, siendo un poco mayor en el invierno, aunque no significativamente.

En Paraná y Santa Catarina las precipitaciones de verano son más abundantes, en el promedio, que las de invierno pero no significativamente mayores. Esto muestra, una vez más, una transición entre los regímenes de precipitaciones del sur (Rio Grande del Sur) y el centro (San Pablo).

De todo lo anterior puede inferirse que la Convergencia Intertropical podría dominar la ocurrencia de máximos anuales en diciembre y enero. Esto se atenúa hacia al sur donde aparece como importante otros procesos que podrían ser la advección de aire húmedo de noroeste y quizás el calentamiento e enfriamiento de agua del mar.

5.6 Estudio de la Variabilidad Interanual

Se nota que en la correlación lineal en función de la distancia, centrada en años de ENOS hay una dispersión de los puntos, en cada una de las provincias. Tal hecho se explica debido a la necesidad de una mayor regionalización de este fenómeno en cada una de ellas.

El estudio de variabilidad interanual esta relacionada con la ocurrencia o no de ENSO. Este fenómeno podría hasta modificar ciertos aspectos de la estructura espacial de la precipitación, en efecto las figuras 24A y B muestra la función de estructura para los años de El Niño y La Niña, respectivamente.

La figura 24A muestra la correlación de los datos centrados en años de El Niño. Se nota una mayor dispersión de los puntos respecto a los estudios de función de correlación con la distancia hecho anteriormente, no obstante persiste el mismo tipo de función con la distancia. Se advierte que la presencia de El Niño tiende a generar un campo espacial más aleatorio.

Otro estudio importante fue observar en las estaciones elegidas el signo de la precipitación anual en relación al promedio climatológico del período de estudio. Para cada provincia se utilizó períodos distintos intentando estudiar una mayor cantidad de variabilidades interanuales. Se nota en el estudio de los años en que ocurre El Niño que disminuye la homogeneidad regional dentro de cada provincia aunque predomina lo aumento de la precipitación anual, anexo VII.

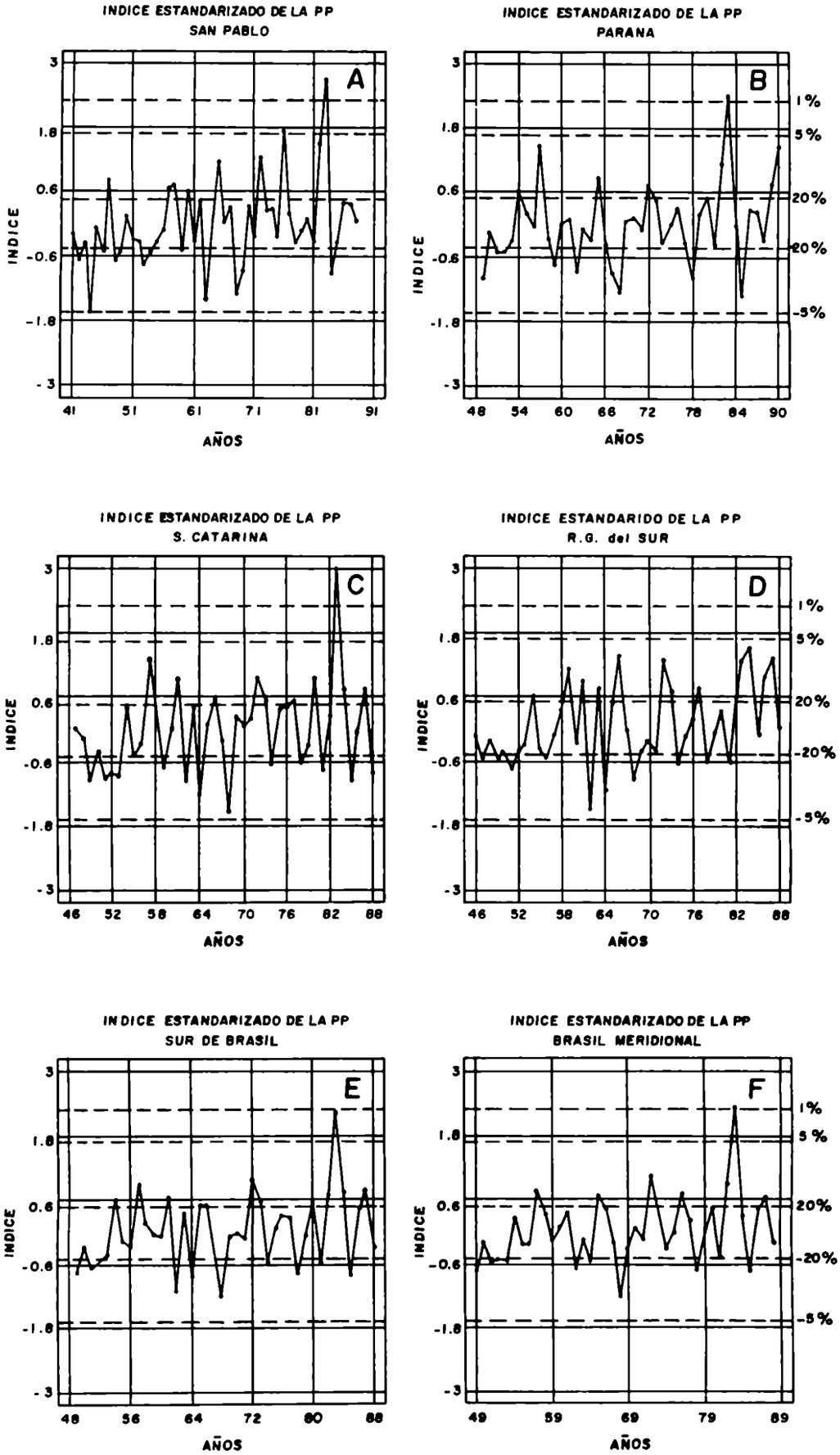


Figura 26 - Indices estandarizados de las precipitaciones de San Pablo, Paranã, Santa Catarina, Rio Grande del Sur y Brasil Meridional.

De esta manera se buscó otra metodología de análisis, para filtrar los efectos regionales que eventualmente podría estar descaracterizando los signos de escala mas grande.

5.6.1. Estudio del Índice de Anomalías de la Precipitación

El objetivo es estudiar, de otra forma, la relación del fenómeno ENOS con las precipitaciones en las provincias del Brasil Meridional, del sur de Brasil (Paraná, S. Catarina y R. G. del Sur) y de cada una de las provincias separadamente, anexo VIII. Las figuras 26 (A, B, C, D, E, F) muestran los resultados obtenidos para cada situación.

El estudio de la provincia de San Pablo aparece, en los gráficos que los años con mayor cantidad de lluvia en el período de 1940 - 1984 estuvieron asociados a fuertes episodios cálidos del OS, especialmente 1982 y 1983. Los valores del índice de precipitación muestran que durante los episodios de las precipitaciones anuales fueron, en promedio en el área, sobre los del promedio climatológico.

Para San Pablo, todos los episodios cálidos de la OS, 1940 a 1984 estuvieron significativamente asociados con la precipitación en esta provincia, pero con distintos patrones. Unos estuvieron asociados con los años más lluviosos, 1972, 1976, 1982 y 1983; otros se manifestaron a través de la persistencia de las anomalías débiles con la signo positiva o negativa.

Durante episodios menos intensos de 1951, 1953 y 1969, también se observa que las anomalías en las precipitaciones anuales no fueron tan significativas. Para estos años los desvíos fueron de - 0.28 (1951), - 0.75 (1953) y - 0.84 (1969). Pero el episodio de 1963 coincidió con el año más seco del período analizado, con una media en el área de -1.72σ, que en término de significancia estadística fue comparable a los años 1965, 1972, 1976 y 1982, coincidiendo con lo visto por Sugahara (1991).

Así no se verifica una relación muy consistente entre ENOS y las precipitaciones anuales en la provincia de San Pablo. La figura 26A (para el período 40-88) muestra este hecho con límites de probabilidades de 1%, 5% y 20%, para la serie de anomalía estandarizadas.

Sugahara (1991), hizo la isolinea de la precipitación para cada año de los presentados en la serie estandarizada, años de El Niño, Oscilación Sur. Las cartas, para cada uno de estos años muestran un patrón espacial de anomalías: 1) consistentemente con el índice de precipitación todas las estaciones recibieron precipitación sobre sus valores normales, aunque muchas veces no hayan sido significativos; 2) el área de máxima anomalía cambió considerablemente para cada episodio. Por ejemplo, se puede notar que, en 1972 las lluvias se concentraron en la parte oeste de la provincia estudiada. En 1976, la concentración de la precipitación fue en la parte sudeste; 3) En el año 1983, fue el ejemplo más importante del impacto de la OS sobre la precipitación en esta provincia. Los valores de la precipitación excedieron a 2σ sobre prácticamente todas las estaciones y hasta 3σ en algunas de ellas.

Para la provincia de Paraná fue generada una serie de anomalía estandarizada del año de 1948 hasta 1992. Los límites de probabilidad fueron los mismos 1%, 5% y 20% para este y los demás estudios realizados con este índice.

Hay que destacar cinco años, dos asociados al fenómeno ENOS, con marcada señal de precipitación sobre lo normal. La figura 26B presenta el gráfico del índice para la provincia del Paraná, donde los años de 82/83 son los marcadamente significativos, siendo de un promedio muy superior al promedio climatológico de la región. El año 1957 muestra un desvío de 1.47; 1965 un desvío de 1.12; 1972 un desvío de 0.95; 1982 un desvío de 0.94 y 1983 un desvío de 2.30.

Otros episodios cálidos como 1951, 1953, 1963, 1969, 1976, 1986 y 1987 no muestran precipitaciones significativas como las anteriores, teniendo inclusive desvíos negativos: 1951 (-0.52), 1953 (-0.17), 1963 (-0.21) y 1969 (-0.32).

Las provincias de Santa Catarina y Río Grande del Sur, fueron estudiadas en períodos distintos: 1946 - 89, Santa Catarina y 1944 - 88, Río Grande del Sur. Hay una señal muy marcada en Santa Catarina (1983) y 1966, 1972 1983/84 y 1987, para el caso de R. G. del Sur, figuras 26 C y 26 D.

La figura 26C muestra el índice estandarizado de la precipitación de la provincia de Santa Catarina. Hay tres señales muy marcadas de la relación de precipitaciones con los episodios cálidos de la Oscilación Sur. Los años con los respectivos desvíos son: 1957 (1.16), 1983 (2.38) y 1987 (1.04).

Otros episodios cálidos como 1951 (-0.60); 1953 (-0.61); 1963 (0.16); 1965 (0.48); 1969 (-0.23); 1972 (0.66); 1976 (0.49); 1982 (0.62) y 1986 (0.24) no muestran precipitaciones significativas como los años anteriores, teniendo inclusive valores negativos.

La figura 26B muestra el gráfico del índice estandarizado de la precipitación de la provincia de Río Grande del Sur. Hay cuatro señales con precipitaciones marcadas dentro de los episodios cálidos de la Oscilación Sur. Los años con los respectivos desvíos fueron: 1972 (1.57); 1982 (0.95); 1983 (1.26); 1986 (0.82) y 1987 (0.89).

Se nota una incoherencia de las precipitaciones en cada provincia con respecto a la aparición del fenómeno ENOS, algunas veces ocurriendo señales importantes en períodos donde este fenómeno no estuvo presente. Como hay en bibliografía muchas afirmaciones de mayor precipitación asociada con la aparición del fenómeno en la región sur, se estudió toda la región (Paraná, Santa Catarina y R. G. del Sur) utilizando el procedimiento anterior, para los promedios areales.

Previo a ello, como se mencionó en el aspecto metodológico es necesario hacer el estudio de las RV's (relaciones de varianzas). Cada situación presentado en la tabla 8 a seguir se nota que los valores de las V_t (varianza temporal) son mayores que los valores de las V_s (varianza espacial).

Estos valores muestran una variabilidad temporal altamente significativa, lo que es importante para el estudio de las ondas de baja frecuencia (El Niño, por ejemplo).

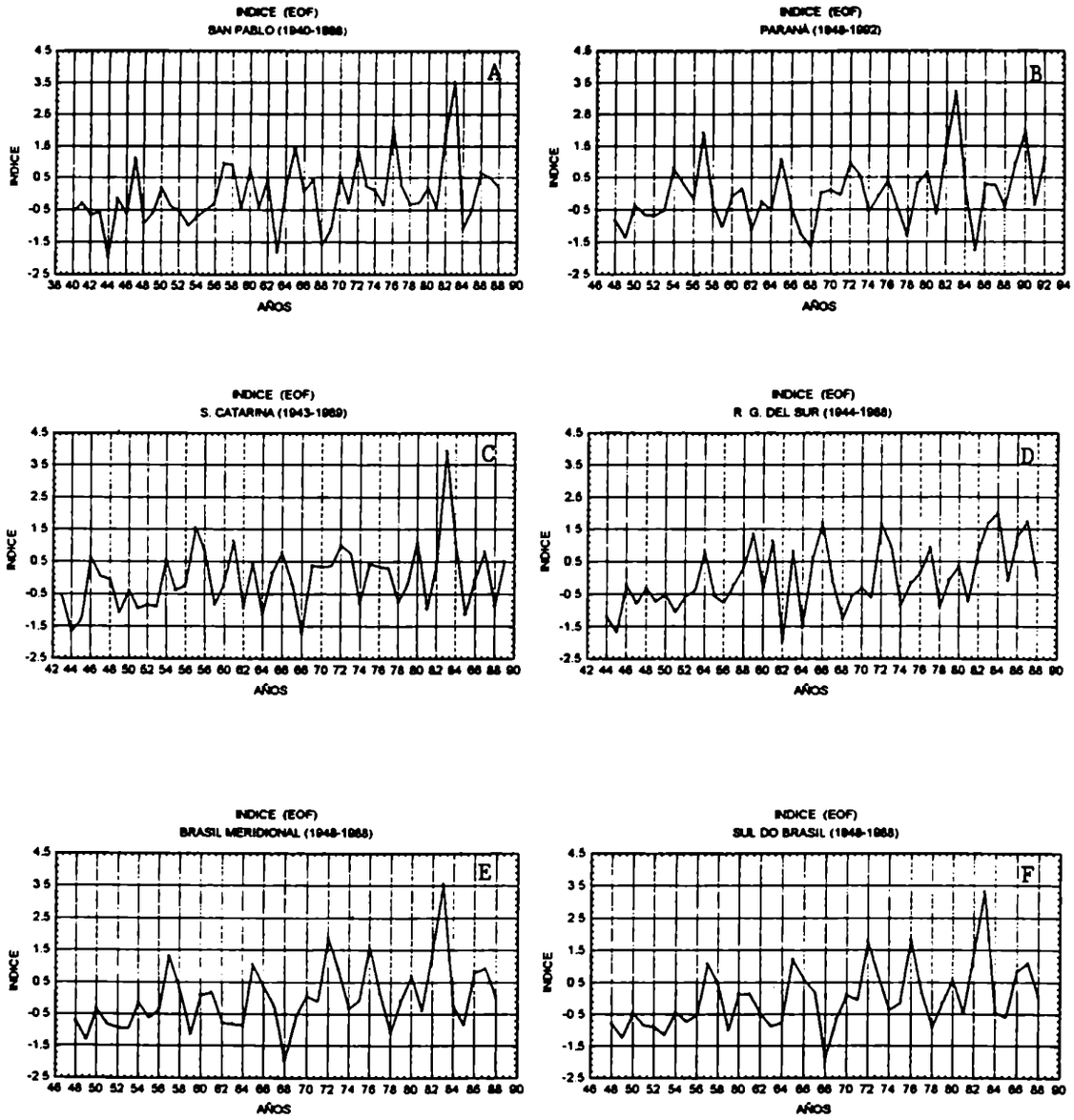


Figura 27 - Indices obtenidos a traves del EOF's (Factor Scores), para cada provincia y para el sur de Brasil y Brasil Meridional

	V_t	V_s	R_v	Período	Estaciones
SAN PABLO	14.95	0.43	34.68	40-88	25
PARANA	13.17	0.51	26.08	48-92	25
S. CATARINA	12.23	0.36	34.37	46-89	18
R.G. SUR	13.59	0.49	27.91	44-88	25
SUL	29.19	0.59	49.56	48-88	68
BRASIL MERIDIONAL	35.90	0.63	56.98	48-88	93

Tabla 8 - La tabla presenta la variación temporal y espacial de las estaciones del Brasil Meridional

Con relación a las precipitaciones anuales durante períodos fríos de la Oscilación Sur, no hay evidencias significativas de anomalías importantes en estas precipitaciones, en el área de estudio. La tabla 9 muestra los desvíos para cada año y para cada estación, de la región estudiada.

	1943	1950	1955	1956	1964	1970	1971	1973	1975	1988
SP	-0.44	0.16	-0.40	-0.19	0.12	0.47	-0.21	0.19	-0.29	0.18
Pr	-	-0.21	0.21	0.20	-0.08	0.05	-0.11	0.50	-0.13	-0.28
SC	-0.56	-0.42	-0.22	-0.29	-1.21	-0.31	-0.10	0.32	0.12	-0.50
RS	-	-0.10	-0.42	-0.71	-1.00	0.26	0.12	0.49	-0.22	0.11

Tabla 9 - Desvíos de la precipitación estandarizada de las provincias del Sur del Brasil, para los episodios fríos de la OS.

Se calculó otro índice a través de las componentes ortogonales (EOF), para cada provincia, para el Sur de Brasil y para el Brasil Meridional. Se correlacionó los dos índices: el índice estandarizado y el índice obtenido por el "factor score" . Los valores de las correlaciones para cada provincia (índice estandarizado de S. Pablo y índice a través de la EOF) resultaron en valores por encima del 80%. Esto valida las inferencias hechas anteriormente con el índice estandarizado. La figura 27, presenta los gráficos obtenidos a través de las componente ortogonal para cada provincia y región. A la vez que certifica la eficacia en lo diagnostico de un método simple como este de los índices.

En la figura 28 están las series de los índices de precipitación obtenidos EOF, usando las estaciones dada por el cluster para cada provincia. Este estudio no cambió las inferencias obtenidas anteriormente para cada provincia a través del índice estadarizado. Esto implica que no hay singularidad subregionales en la precipitación en relación con la ocurrencia de ENSO.

En otro estudio se generó nuevos índices estandarizados tomando solamente las estaciones agrupadas según el método multivariado. Cada grupo generó un índice estandarizado : S. Pablo con dos grupos, Paraná con dos grupos, S. Catarina con dos grupos y R. G. del Sur con tres grupos. Considerando que esta clasificación (cluster) junta estaciones con alguna identidad, se calculó una vez más el índice buscado detectar signos importantes en áreas especificas. Esto no cambió las conclusiones ya que los signos o cambiaran significativamente para cada fenómeno estudiado, figura 28 (A, B, C, D, E, F, G, y H).

5.6.2. Índice de Precipitación Mensual Centrada en Años de El Niño

Para verificar si hubo alguna relación importante que no hubiese sido detectada a través del índice de precipitaciones anuales o algún patrón de comportamiento consistente con el ciclo típico de períodos cálidos, fueron hechas composiciones del índice de precipitaciones mensuales centradas en distintos conjuntos de años de El Niño, tabla 10, gráficos en la figura 29 (A hasta D).

Composición	ENOS
(a)	1951 - 1953 - 1957 - 1965 - 1969 - 1972
(b)	1957 - 1963 - 1965 - 1969 - 1972 - 1976
(c)	1940 - 1941 - 1951 - 1953 - 1957 - 1963 - 1965 - 1969 - 1972 - 1976 - 1982 - 1983
(d)	1948 - 1988

Tabla 10 - Casos de ENOS considerados en las composiciones del índice de precipitaciones mensuales

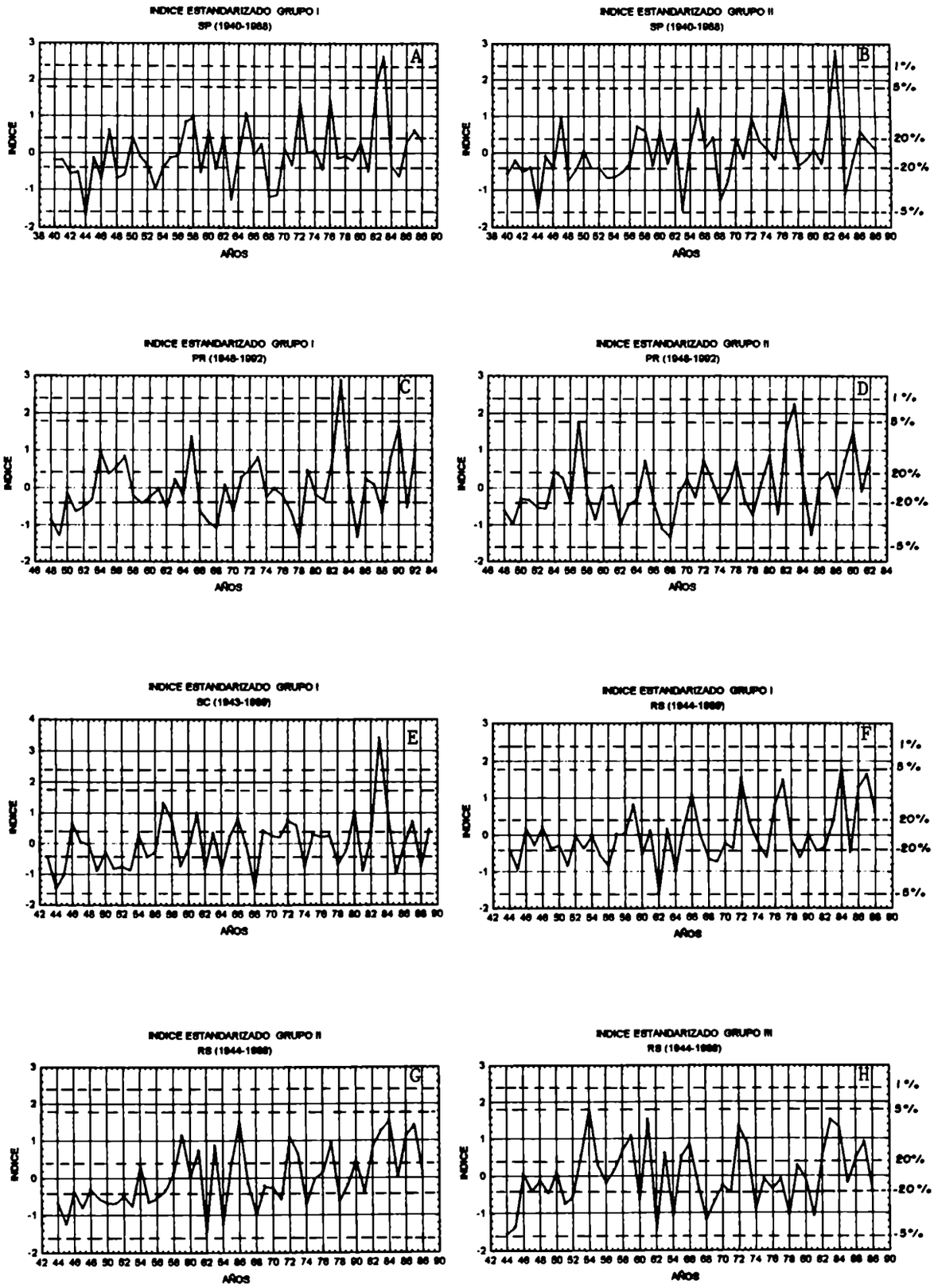


Figura 28 - Indices estandarizados (anual) de las precipitaciones de cada región clasificadas por el metodo de Análisis de Agrupamento (Cluster).

El estudio fue hecho para cada provincia separadamente. El estudio de las otras provincias (Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur) fue de 1948 hasta 1988.

Los resultados son presentados en la figura 29, curvas (a) - (d). La curva (d) corresponde a la composición relativa a los años que no fueron de El Niño.

Las composiciones de TSM para cuatro áreas "claves" de ENOS (Niño-1, Niño-2, Niño-3, Niño-4) corresponde a la curva (a), figura 30. Los casos considerados en la composición (b) son los mismos analizados en la composición de Rasmusson y Carpenter (1982) y el caso (c) por Arkin (1982). La composición (d) incluye todos los casos en el período de 1948 hasta 1988, examinado en este trabajo.

La t de Studend ($t_{5\%}$) para 39 grados de libertad es mostrados como referencia, la verdad es que t5% varía entre 1.67 y 1.70 aproximadamente, debido a la variación de los grados de libertad entre las composiciones.

En las tablas 11 (A, B, C, D, E, F), los signos positivos, presentaron anomalías mayor que σ y los signos negativos anomalías menor que -0.9σ. Esos límites corrresponden al nivel de probabilidad de 15% aproximadamente. Las columnas de la derecha son mostradas las anomalías relativas de las precipitaciones anuales. Se puede notar que incluso entre los años de El Niño típicos, el comportamiento de la precipitación mensual cambió significativamente.

En la figura 29 es evidente que las anomalías más importantes en las precipitaciones de cada una de las provincias ocurrieron de acuerdo con los estudios de Rasmusson y Carpenter (1982) típicamente en la fase de transición de ENOS o después del punto máximo de El Niño, cuando las anomalías positivas de TSM habían tomado cuenta de prácticamente todo el Pacífico Ecuatorial, desde la costa de Peru-Ecuador hasta alrededor de 160° E. Las composiciones de Rasmusson y Carpenter (1982) muestran también en esta fase, intensa anomalía de Oeste en los vientos alisios a Oeste de 140° W, sugiriendo debilitamiento de la circulación de Walker y desplazamiento para el sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) del Pacífico en relación a su posición climatológica.

AÑOS ENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1940		+	-			-					+		-0.45
1941		-							+		+	-	-0.19
1951	+								-			-	-0.28
1953		-											-0.75
1957	+						+	+	+		-		0.74
1963			-	-	-	-						-	-1.41
1965	+	+								+			1.14
1969	-	-	-							+	+		-0.84
1972		+				-	+	+		+			1.02
1976		+			+		+	+	+				1.60
1982			+			+				+	+	+	1.45
1983	+		+	+	+	+			+				2.70
1986			+			-		+		-		+	0.51
1987			-		+								0.38

Tabla 6 A - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los ENOS, para San Pablo

AÑOS ENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1951	+	+		-					-	+			-0.52
1953						-				+			-0.17
1957						+	+	+	+				1.48
1963	+		+	-						+	+		-0.21
1965			-	+							+		1.13
1969				+							-		-0.32
1972		+						+	+				0.95
1976	+												0.35
1982	-	+		-		+			-	+	+		0.94
1983				+	+	+	+	-	+				2.31
1986		+				-						+	0.31
1987		+	-		+								0.11

Tabla 6 B - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los ENOS, para el Parana

AÑOS ENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1951			-					-		+			-0.60
1953						-				+	-		-0.61
1957		-		+			+	+	+				1.16
1963	+		+	-		-			+	+	+		0.16
1965		-		+								+	0.48
1969				+		+						-	-0.23
1972		+	+		-	+		+					0.66
1976		-	+	-	+								0.49
1982	-	+		-		+			-	+	+		0.62
1983	+			+	+	+	+					+	2.38
1986			-			-					+	+	0.24
1987	+	+	-		+					+	-		1.04

Tabla 6 C - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los ENOS, para Santa Catarina

AÑOS ENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1951			-				-	-					-0.64
1953		-							+	+		-	-0.53
1957		-	-										-0.09
1963	+					-				+	+		0.16
1965	-							+	+			+	0.16
1969		+								-			-0.02
1972						+		+				-	1.57
1976	+		+										0.44
1982	-	+	-	-		+				+	+		0.26
1983		+			+	+							0.95
1986			+	+	+						+		0.82
1987				+	+		+						0.88

Tabla 6 D - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los ENOS, para el R. G. del Sur

AÑOS ENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1951		+					-	-	-	+		-	-0.58
1953		-				-				+			-0.41
1957		-					+	+	+				0.83
1963	+		+	-		-				+	+		0.04
1965								+				+	0.63
1969										-		-	-0.19
1972	+	+						+	+				1.12
1976			+		+								0.42
1982	-	+		-		+			-	+	+		0.63
1983	+			+	+	+	+						1.87
1986				+		-					+		0.48
1987		+	-	+	+								0.64

Tabla 6 E - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los ENOS, para el Sur de Brasil

AÑOS ENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1951	+	+					-		-	+		-	-0.42
1953		-								+			-0.48
1957	+						+	+	+				0.77
1963	+			-		-				+	+	-	-0.39
1965										+		+	0.75
1969											+	-	-0.35
1972	+	+					+	+	+	+			0.98
1976			+		+		+						0.83
1982	-	+		-		+			-	+	+		0.80
1983	+		+	+	+	+	+		+				1.90
1986		+				-		+		-	+	+	0.48
1987			-	+	+								0.49

Tabla 6 F - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los ENOS, para el Brasil Meridional

AÑOS AENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1943				-	-		-			+		-	-0.44
1950		+		-	-			-	-	+			0.17
1955		-							-			-	-0.40
1956	-		-		+	+	+				-		-0.19
1964	-	+	-	-						+		+	0.12
1970	+	+	-					+					0.47
1971	-					+							-0.21
1973				+								+	0.19
1975			-			-			-		+		-0.29
1988				+	+		-	-	-	+			0.18

Tabla 7 A - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los AENOS, para San Pablo

AÑOS AENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1950			+			-		-					-0.21
1955		-	+			+	+		-	-			0.20
1956		-		+							-		0.20
1964	-	+			-					-			-0.08
1970				-		+					-	+	0.05
1971			+							-	-		-0.11
1973								+					0.50
1975				-							+		-0.13
1988			-	+	+		-	-			-		-0.28
1989	+	+					+		+	-			0.74

Tabla 7 B - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los AENOS, para el Parana

AÑOS AENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1943		-	-	-	+					-	-		-0.56
1950		-	+			-	-				-		-0.42
1955	-						+			-			-0.22
1956	+										-		-0.29
1964	-	-	-								-		-1.21
1970				-		+			-		-	+	-0.30
1971		+	+	+		+				-	-	-	-0.10
1973	+					+		+		-			0.32
1975		-		-				+	+	+	+	+	0.12
1988		-	-	+	+		-	-			-	-	-0.50
1989	+			+	+	-			+	-			0.40

Tabla 7 C - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los AENOS, para Santa Catarina

AÑOS AENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1950	-										-		-0.10
1955				+	+			-		-	-		-0.42
1956	+			+		-					-	-	-0.71
1964	-				-	-				-	-		-1.00
1970				-	+	+			-		-	+	0.26
1971		+								-	-		0.12
1973	+	+	-				+				-	+	0.49
1975				-			-	+		-			-0.22
1988	+	-	-	+	-		-	-	+				0.10

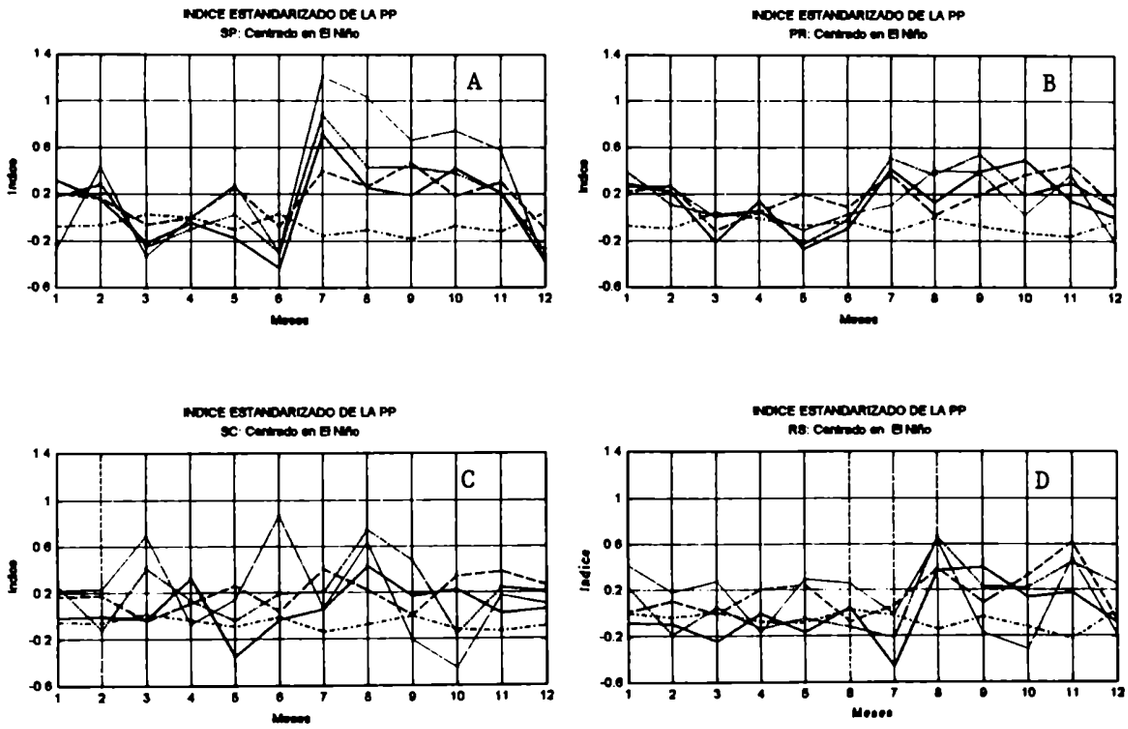
Tabla 7 D - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los AENOS, para R. G. del Sur

AÑOS AENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1950			+				-						-0.22
1955				+		+	+		-	-	-		-0.12
1956	+	-		+							-	-	-0.26
1964	-				-					-	-		-0.72
1970				-	+	+					-	+	0.03
1971		+	+			+			-	-	-		-0.01
1973	+		-					+			-		0.46
1975				-	-				+		+		-0.11
1988		-	-	+	+		-	-	+				-0.20

Tabla 7 E - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los AENOS, para el Sur de Brasil

AÑOS AENOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANOMALIA ANUAL
1950							-	-	-				-0.12
1955		-							-	-			-0.19
1956		-		+	+						-	-	-0.16
1964	-	+	-		-								-0.40
1970				-		+		+			-	+	-0.08
1971			+			+				-	-		-0.06
1973	+		-			+	+					+	0.36
1975			-	-		-					+		-0.18
1988			-	+	+		-	-		+			-0.04

Tabla 7 F - Señales de los valores del indice de precipitaciones mensuales con amplitudes mayores que σ y menores que -0.9σ durante los años centrados en los AENOS, para el Brasil Meridional



todos los años : 40,41,51,53,57,63,65,69,72,76,82,83,86,87

los años : 51,53,57,65,69,72

los años : 57,63,65,69,72,76

los años: 69,72,76

los demás años

Figura 29 - Indices estandarizados de las precipitaciones centrados em distintos años de El Niño.

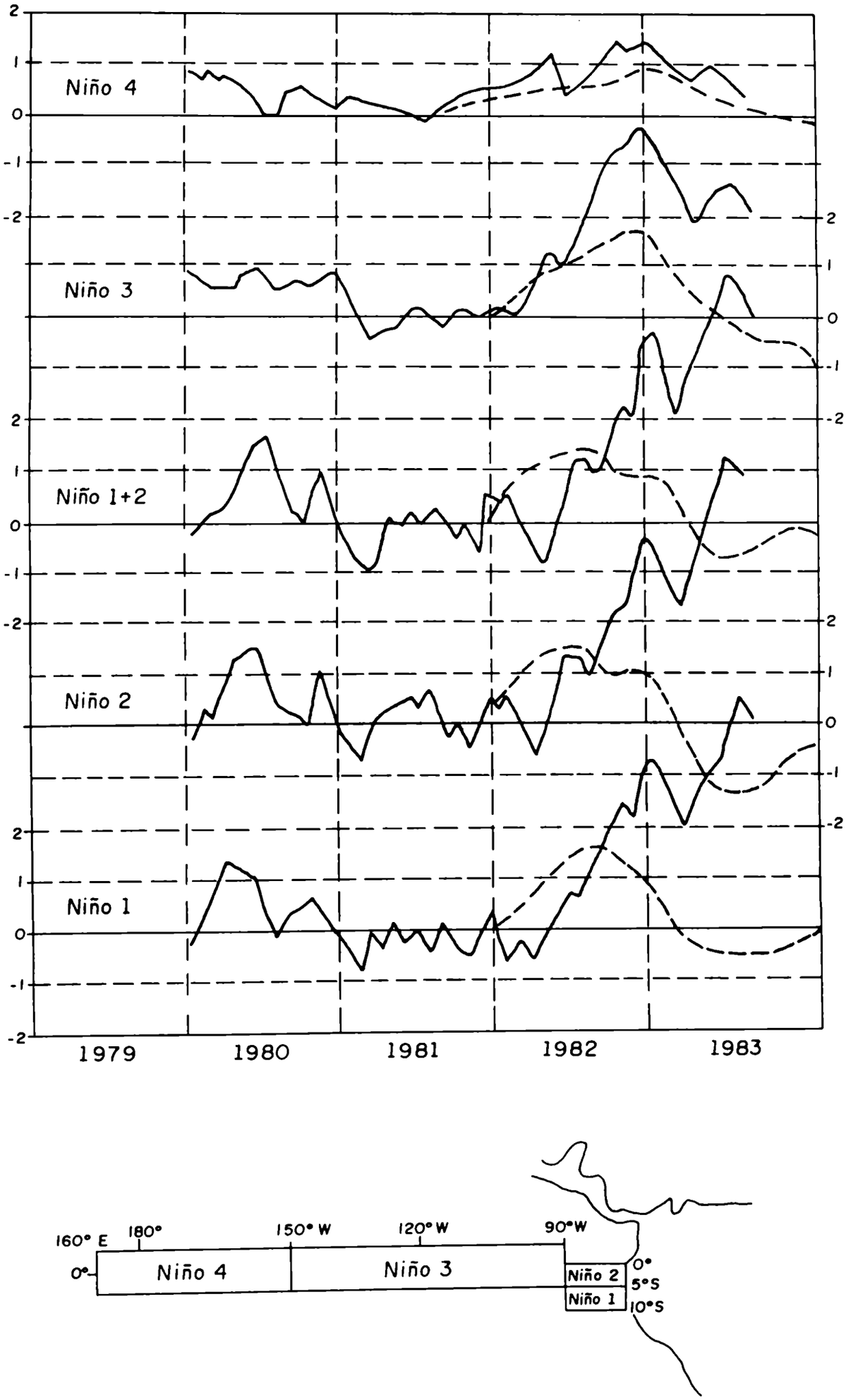


Figura 30 - Composiciones de TSM para cuatro areas "claves" de ENOS (Niño 1, Niño 2, Niño 3 y Niño 4).

Con base en el análisis de Arkin (1983), se puede inferir por ejemplo, que durante este período ocurre también una intensificación de la corriente de chorro sobre el Pacífico Sur, asociado con aumento de las actividades convectivas en el Pacífico Ecuatorial. Es posible que esta corriente en chorro haya favorecido más inestabilidades atmosféricas con frentes frías en la región sur del Brasil que en los años de anti El Niño. Estos frentes, por su vez, en sus entradas para las latitudes más bajas pueden haber organizado actividades convectivas sobre esta región como aquellas que fueron observadas en los períodos de 1982/1983, Kousky et. al. (1984). Hay también evidencias de que los sistemas convectivos de mesoescala tales como MCC's tienden a formarse en la parte ecuatorial de la corriente en chorro, Velasco y Fritch, (1987) y Silvia Dias, (1987).

La tabla del anexo VII muestran que tales ideas son válidas en términos medios, por lo menos para la región de este estudio, debido a que la precipitación no ha sido regular en todos los años de El Niño. Esto puede ser visto más claramente en las tablas 11 (A, B, D, E, F) donde el signo (+) representa anomalías mayores que σ y (-) anomalías menores que -0.9σ. Eses límites corresponden al nivel de probabilidad de 15% aproximadamente (la probabilidad de un desvío está fuera del intervalo de 30%).

En la columna a la derecha de la tabla 11 son mostradas las anomalías relativas a las precipitaciones anuales. Se puede notar que incluso en los años de El Niño típicos el comportamiento de la precipitación mensual varió considerablemente.

5.6.3. Composición en Relación a Períodos Fríos

La composición centrada en los 9 años de anti-El Niño, muestra un patrón menos consistente comparado con los patrones relativos a los ENOS's para todas las regiones de este estudio. Los valores de las anomalías anuales para cada región presentan valores positivos y negativos independiente de la región.

6) CONCLUSIONES

La precipitación en el Sur de Brasil y Brasil Meridional presentan una característica muy marcada de máximos en verano y mínimos en invierno en San Pablo, en la costa de Paraná y Santa Catarina. La parte continental de Paraná, Santa Catarina y Río Grande del Sur tiene una estructura más aleatoria. El Nordeste de Paraná también presenta una estructura semejante a San Pablo.

Esta región por lo tanto muestra a través de onda anual, una transición de la precipitación de tal manera que siendo muy nítida al norte de la región desaparece al sur de la misma.

La variabilidad estudiada luego del filtro eficazmente obtenido nos muestra que las series estan dominadas esencialmente por procesos aleatorios y que toda la persistencia esta dada por onda anual cuando ella existe.

Los porcentajes de precipitación de los meses en los años muestrarian una clara división en la región de la influencia de la Convergencia Intertropical y los procesos de advección del aire húmedo de norte.

En San Pablo llueve más en diciembre, enero y febrero en la parte continental y hay un desplazamiento en la costa de este período para enero, febrero y marzo. En la provincia de Paraná la lluvia tiene una estructura de mayor precipitación, en la costa, en los meses de enero, febrero y marzo. Pero en la parte continental del centro para Oeste la concentración de la precipitación es en noviembre, diciembre y enero. Del centro de la provincia hacia la costa este período se desplaza a los meses de diciembre, enero y febrero. En Santa Catarina, en los meses de enero, febrero y marzo se da una mayor precipitación en la costa. En la parte continental esta marcada una mayor precipitación en agosto, septiembre y octubre. En Río Grande del Sur la tipificación de la precipitación, para el período de tres meses más lluviosos es muy aleatoria. Por ejemplo, próximo de la costa los tres meses consecutivos más lluviosos

son julio, agosto y septiembre; en la región de S. V. Palmar, en el extremo sur los tres meses consecutivos son marzo, abril y mayo y al centro de esta provincia los tres meses más lluviosos son abril, mayo y junio.

Es importante observar, que en general, el mes de enero es muy marcado en la precipitación de las provincias de San Pablo, Paraná y la costa de Santa Catarina. Pero en la parte continental de Santa Catarina y en la provincia del Rio Grande del Sur no hay un mes más marcado.

La función de correlación lineal con la distancia muestra una mayor coherencia de la precipitación en el período de invierno respecto al verano, en cada una de las provincias. Esto tiene una directa relación con los procesos dominantes de latitud medias y subtropicales respectivamente.

El análisis multivariado posibilitó a generación de grupos dentro de cada provincia, sintetizando las informaciones y generando grupos homogéneos, dentro del área de estudio.

En la escala temporal de la oscilación interanual, la OS es importante en la precipitación del Brasil Meridional, especialmente durante los años de El Niño (ENSO). De doce episodios calientes de la Oscilación Sur que ocurrieron durante el período analizado, once estuvieron asociados con la precipitación de San Pablo. Con diferentes patrones, algunos estuvieran asociados con años más lluviosos. Los períodos cálidos que estuvieron asociados con las anomalías positivas de la precipitación mensual fueron más marcados en el período de julio a noviembre y más en el norte que en el sur de la región.

Los episodios fríos, fase anti-El Niño de la OS fueron más débiles y regulares en términos del signo de anomalías de la precipitación mensual.

En las demás provincias hubo, en la mayoría de los casos cálidos o fríos, anomalías marcantes principalmente en los El Niños. Se puede observar que para

distintas provincias hubo distintos episodios marcadamente significativos, dentro del período estudiado.

El análisis de varianza hecha para los años, del período 1948-1988, muestra el año de 1983 como distinto de los demás para la provincia de San Pablo, Paraná y Santa Catarina. En la provincia del Río Grande del Sur este año es también muy importante pero mezclado con otros años.

El análisis de varianza también determinó que la provincia del Río Grande del Sur tiene una característica muy distinta de las otras. Al se hacer el estudio de estaciones - años, se observa la necesidad de se estudiar cada estación - año para determinar la variabilidad de esta provincia. En las demás esto no es necesario.

El índice estandarizado de la precipitación es una metodología eficaz y simple para el estudio de variabilidad interanual reemplazando a otras más sofisticadas pero que dan la misma conclusión.

El análisis subregional dada por los clusters y la comparación con el análisis provincia o regional muestra que no hay singularidad de la escala más pequeña a la mayor que altere las conclusiones obtenidas con la mayor. En otras palabras, esta región desde este punto de vista tiene una homogeneidad apreciable.

Jonas T. Nery

Dr. Walter M. Vargas

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, T. W.; 1958: An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. New York, John Wiley. p. 312.

ACEITUNO, P. 1988. On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Monthly Weather Review, 116, 505 - 24.

ALESSANDRO, A. GARIN, A. Y QUINTEROS Y. 1992. Aplicación de modelos de simulación para generar datos faltantes. Congreso Latinoamericano de Meteorología, Salamanca, España.

ARKIN, P. A.; 1982: The Relationship Between Interannual Variability in the 200 mb Tropical Wind Field and the Southern Oscillation. *Monthly Weather Review,* 110, 1393-1404.

AZEVEDO, C.D., 1985. Chuvas no Brasil. Regime, variabilidade e probabilidades de alturas mensais e anuais. Revista Meteorológica, 61-77.

BASSAB, O. W., MIAZAKI, S. E. y ANDRADE, F. D. 1990. Introdução â análise de agrupamentos. IX Simpósio Brasileiro de Probabilidade e Estatística. IME, Universidade de São Paulo. 105pp.

BJERKNES, J.; 1966: A Possible Response of the Atmospheric Hadley Circulation to Equatorial Anomalies of Ocean Temperature. Tellus, 18, 820-829.

BJERKNES, J.; 1969: Atmospheric Teleconnections from the Equatorial Pacific. *Monthy Weather Review,* 97, 163-172.

BLACKMAN,R. B. and TUKEY, J. W.; 1958: The Measurement of Power Spectra, New York, Dover Publications.

BOX, C. E. P.; 1953: Non-Nomality and Tests on Variances. *Biometrika*, 40, 318-335.

BROOKS, C.E.P. y CARRUTHERS, N. 1953. Handbook of Statistical Methods in Meteorology, London.

BRUNET-MORET, Y. 1971. Etudes de l'homogenéite de Séries Chronologiques Annuelles par la Méthode des Doubles Masses - Cahiers hydrologiques ORSTOM, Vol XVI, Nº 3, p. 147.

BRUNET-MORET, Y. 1979. Homogéneisation des Precipitations. Cashiers Hydrologiques ORSTROM. Vol III, Nº 4, 3-31.

BURGHARDT, S. S., DEVOTO, S. I. N., FRAGA, B. S., MONTES, A. E. Y ORTEGO, N. M. 1985. Distribución Geografica de la Precipitación en la America del Sur y su Marcha Anual. Revista Meteorologica, 205-213.

CALINSKI, R. B. and HARABASZ, J.; 1974: A Dendrite Method for Cluster Analysis, Communications in Statistics, 3, 1-27.

CARAMORI, H. P. E FARIA, T. F., 1987: Frequência de Periodos de 10 dias Consecutivos con Deficiência Hídrica (veranicos) para Londrina e Ponta Grossa. IAPAR, Bol. Tec. Nº 20.

CASARIN, D. P. 1982: Um Estudo Observacional Sobre Sistemas de Bloqueio no Hemisfério Sul. Dissertação de Mestrado. INPE-2638-TDL/114. São José dos Campos.

CORMACK, R. M., 1971: A review of Classifications. JRSS, A, 134, 321 - 327.

DEVOTO G., GARCÍA BEN, M. y MOYANO M. C.; 1980: Estimación Estadísitca de Información Hidrológica Faltante, Informe Técnico n^0 12 INCYTH.

FIGUEROA, N. S. e NOBRE, A. C., 1990: Precipitation Distribution Over Central and Western Tropical South America. Climanalise, Vol. 5, Nº 6.

FRIEDMAN, H. P. & RUBIN, J.; 1967: On Some Invariant Criteria for Grouping Data. Journal of the American Statistical Association. 62, 1159-1178.

GAMA, M. P.; 1980: Bases da Análise de Grupamentos (Cluster Analyisis). Dissertação de Mestrado. Departamento de Estatística, Brasilia, UNB.

GAUCH, H. G.; 1982: Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press. 250pp.

GOMES, A. M., MASSAMBANI, O. ; 1984: Aspectos Meteorológicos Associados a Eventos em S. Paulo - Estudos de Casos. III Congresso Brasileiro de Meteorologia. Belo Horizonte, 3-7/12/1984, 216 - 220.

GRIMMER, M.; 1963: The Space-Filtering of Monthly Surface Temperature Data in terms of Pattern, Using Empirical Orthogonal Functions. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 39, 395-408.

HAMILTON, M. G. and TARIFA, J. R.; 1978: Synoptic Aspects of a Polar Outbreak Leading to Frost in Tropical Brazil. July 1972. Mon. Wea. Rew., 106, 1545-1556.

HERAS, R., Hidrologia y Recursos Hidraulicos. Tomo I. Dirección General de Obras Hidraulicas. Centro de Estudios Hidrograficos. Madri, 1976.

HOFFMANN, J. A. J., 1975. Atlas Climático de America del Sur. Primera Parte. OMM, Ginebra.

HOFFMANN, J. A. J., Alesandro, A. P., López Galinde, B. S. y Rojas, R. S.,1979. Homogeneidad de los Datos de la Frecuencia de Precipitacion y el Análisis de sus Campos Correspondientes al Atlas Climático de America del Sur. METEOROLOGICA, Vol. 8/9, Argentina.

HOREL, J. D,; WALLACE, J. M.; 1981: Planetary-Scale Atmospheric Penomena Associated with the Southern Oscillation. *Monthly Weaher Review*, 109, 813-829.

HOSKINS, B. J.; KAROLY, D.; 1981: The Steady Linear Response of a Spherical Atmosphere to Thermal and Orographic Forcing. *Jour. Atm. Sci.*, 38, 1179-1196.

ICHYE, T.; PETERSEN, J. R.; 1963: The Anomalous Rainfall of the 1957-58 Winter in the Equatorial Central Pacific Arid Area. *Journal Meteorological Society Japan*, 41, 172-182.

JENKINS, G. M., WATTS, D. G, 1968. Spectral Analysis and its Applications. San Francisco, USA, Holden-Day , p. 552.

JONES, R. H., 1964. Spectral Analysis and Linear Predction of Meteorological Times Series. Journal of Applied Meteorological, Vol. 3.

JULIAN, P. R.; CHERVIN, R. M.; 1978: A study of the Southern Oscillation and Walker Circulation phenomenon. *Monthly Weather Review*, 106, 1433-1451.

KASAHARA, A.; SILVA DIAS, P. L.; 1986: Response of Planetary Waves to Stationary Tropical Heating in a Global Atmosphere with Meridional and Vertical Shear. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 43, 1983-1911.

KATZ, R. W.; 1978: Estimating the Order of a Markov Chain - Another Look at the Tel Aviv Rainfall. Proceeding of the VI Conference on Probability and Statistics in Atmospheric Sciences. Amer. Meteorol. Soc..

KATZ, R. W.; 1982: Statistical Evaluation of Climatic Experiments with General Circulation Models (GCM): Parametric Time Series Modeling Approach, Jour. of Atm. Sciencs, Vol 39, n^0 7.

KATZ, R. W.; GLANTZ, M. H.; 1986: Anatomy of a Rainfall Index. *Monthly Weather Review, 114, 764-771.*

KIDSON, J. W.; 1975: Tropical Eigenvector Analysis and The Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 103., 187-196.

KOUSKY, V. E. 1985. Atmospheric Circulation Changes Associated with Rainfall Anomalies over Tropical Brazil. Mon. Wea. Rev., 113:1951-1957.

KOUSKY, V. E. and ROPELEWSKI F. C. 1989. Extremes in the Southern oscillation and their relationship to precipitation anomalies with emphasis on the South American Region. Revista Brasileira de Meteorologia, 351-363.

KOUSKY, V. E. E CASARIN, P. D. 1986. Anomalias de precipitação no sul do Brasil e variação na circulação atmosférica. Revista Brasileira de Meteorologia. 83-90.

KOUSKY, V. E. e CAVALCANTI, I. F. A. 1984. Eventos Oscilação do Sul-El Niño: características, evolução e anomalias de precipitação. Ciência e Cultura, 36(11): 1188-1899.

KOUSKY, V. E., KAGANO, M. T. e CAVALCANTI, I. F. A. 1984. A review of the Southern Oscillation: Oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. Tellus, 36A. 409-504.

KRAUS, E.V.; 1977: Subtropical Drougths and Cross-Equatorial Transports. Mon. Wea. Rev., 105, 1009-1018.

KRUEGER, A. F.; WINSTON, J. S.; 1975: Large-Scale Circulation Anomalies Over the Tropics during 1971-72. *Monthly Weather Review,* 103, 465-473.

LAU, K. M.; CHAN, P. H.; 1983: Short-Term Climate Variability an Atmospheric Teleconnections from Satellite-Observed Outgoing Longwave Radiation. Part I: Simultaneous Relationships. *Journal of the Atmospheric Science*, 40, 2735-2750.

LAU, K. M. and LIN, H.; 1984: On the Dynamics of Equation Forcing of Climate Teleconnections. Journal of the Atmospheric Sciences, 41, 161-176.

LEWIS, T.; 1970: The Statistician as a Member of Society. Inaugural Lecture, University of Hull.

LIMA, M. C., SANTOS, R. C. & MORAES, J. C.; 1989: Estudo de Secas no Estado de Alagoas. VI Congresso Brasileiro de Agrometerologia, Maceió, p. 160-169.

LIMA, M. C.; 1991: Variabilidade da Precipitação no Litoral Leste da Região Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado. INPE - 5283 TDI/453.

MACDONALD, E.J., 1957. A note on the precision of estimation of missing precipitation data. Transaction, American Geophysical Union. Vol. 38, Nº 5.

MILLIGAN, G. W. & COOPER, M. C.; 1985: An Examination of Procedures for Determining the Number of Clusters in Data. Set. Psychometrika, 50(2), 159-179.

MONTEIRO, C. A. F. 1969. A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada sul - Oriental do Brasil. Contribuição etodológica à Análise Rítmica dos Tipos de Tempo no Brasil. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 68pp.

MORRISON, D. F.; 1976: *Multivariate Statistical Methods.* McGraw-Hill book Company, 2ª Ed., 415pp.

MOYANO, C. M., SARACHO Z., FERNANDEZ, M. S., ARES J. 1985. Estudio Acerca de los Errores en la Medición de la Precipitación. Revista Meteorologica, 7-29.

NIMER, E. 1979. Climatologia do Brasil. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN), Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, nº 4, 421 pp.

NOBRE, C. A. and OBREGON G. O.; 1990: Principal Component Analysis of Precipitation Fields Over the Amazon River Basin. Climanálise, vol 5, 7, 35-46.

NUÑEZ, N. M., 1987. Clima: Evolución y Futuro. Boletín Informativo Techint, Nº 247.

PANOFSKY, H. A. y BRIER, G. W. 1965. Some Applications of Statistics to Meteorology, Pennsylvania.

PAO - SHIN CHU, 1991. Brazil's Climate Anomalies and ENSO. Part II: Regional Case Studies of Teleconnections: Physical Aspects. Teleconnections Linking Worldwide Climate Anomalies. 43-71 pp.

PENALBA, C. O. e VARGAS, M. W., 1988. Estrutura del Regimen de Precipitación de la Ciudad de Buenos Aires. Geoacta, vol 15, 133-144.

PENALBA, C. O. e VARGAS, M. W., 1989. Analisis de la Estabilidad Estadisticas en Series Climáticas de Buenos Aires. Geoacta, 15, 133-144.

PROHASKA, F. J., 1952. Regímenes Estacionales de Precipitación de Sudamérica y Mares Vecinos (desde 15ºS hasta Antártida). Meteoros, 1, 66-100.

QUINTEROS, Q. M., 1987. Estudio Hidrometeorologico de Cuencas en la Republica Argentina con Datos Insuficientes. Tomo II. CIBIOM.

RAMAGE, C. S.; 1975: Preliminary Discussion of the Meteorology of the 1972-1973 El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society, 56, 234-242.

RAO, V. B. and HADA, K. 1988. Characteristics of Rainfall over Brazil: Annual Variations and Connections with the Southern Oscillation. Theorical and Applied Climatology.

RAO, V. B., SATYAMURTY, P. e BRITO B. J. I., 1986. On the 1983 Drought in North-East Brazil. Journal of Climatology, Vol. 6, 43-51.

RASMUSSON, E. M.; WALLACE, J. M.; 1983: Meteorological Aspects of The El Niño/Southern Oscillation. *Science*, 222, 1195-2222.

RASMUSSON, E. M.; CARPENTER; T. H.; 1982: Variations in Tropical Sea Surface Temperature and Surface Wind Fields Associated with the Southern Oscillation/El Niño. *Monthly Weather Review,* 110. 354-384.

RODDA J. C., 1967. The Rainfall Measurement Problem. AISH publ nº 78, 215-281.

SATYAMURTY, P. e ETCHICHURY C. P. 1989. Seca de 1988/89 no Extremo Sul do Brasil. Contribuição Reproduzida na Íntegra em Climanálise, Vol. 4, Nº 10.

SCOLAR, J., SILVA Dias, M. A. F.; 1982: Linhas de Instabilidade Pré - Frontais e sua Depêndencia de Condições Sinóticas. II Congresso Brasileiro de Meteorologia, Pelotas, RS, 18-22/10/1982, 88-102.

SHUKLA, J.; WALLACE, J. M.; 1983: Numerical Simulation of the Atmospheric Sea Surface Temperature and Surface Wind Fields Associated with the Southern Oscillation/El Niño. *Monthly Weather Review*, 1613-1629.

SILVA DIAS, M. A. F.; 1987: Sistemas de Mesoescala e Previsão de Tempo a Curto Prazo. Revista Brasileira de Meteorologia, 2, 133-150.

SNEYERS, R. and VANDIEPENBEECK, 1983. On the Use of Large Values for the Determination of the Distribution of Maximun Values. Arch. Met. Geoph. Biocl., Ser. B. Vol. 32, 279-286.

SNEYERS, R., 1984. Extremes in Meteorology, Statistical Extremes and Applications, 235-252.

STOECHENIUS, T.; 1981: Interanual Variations of Tropical Precipitation Patterns. *Monthly Weather Review*, 109, 1233-1247.

SUGAHARA, S. 1991. Flutuações Interanuais, Sazonais e Intrasazonais da Precipitação no Estado de São Paulo. Tese de doutoramento, Universidade de São Paulo. 158 pp.

TANAKA, M.; TSUCHIYA, A.; NISHIZAWA, T.; 1988: The Empirical Orthogonal Function Analysis of the Seasonal and Interanual Rainfall in Brazil. *Latin america Studies*, 10, 1988. The University of Tsukuba, Ibaraki, Japan.

TARIFA, J. R. 1975. Fluxos Polares e as Chuvas de Primavera - Verão no Estado de São Paulo. Uma Análise Quantitativa do Processo Genético. Tese de doutoramento, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 93 pp.

TIKU, M. L.; 1971: Power Function of the F-test under Non-Normality Situation. *Jour. Amer. Stat. Assoc.*, 66, 913-916.

TRENBERTH, E. K., 1976a. Fluctuations and Trends in Indices of the Southern Hemispheric Circulation. Quart. J. Roy. Met. Soc., 102, 65-75.

TRENBERTH, E. K., 1976b. Spatial and Temporal Variations of the Southern Oscillation. Quart. J. Roy. Metoer. Soc., 102, 639-653.

TRENBERTH, E. K., 1992. Atmospheric Circulation Changes and Relationships with Surface Temperature and Precipitation.

TRENBERTH, K. E.; 1976: Spatial and Temporal Variations of the Southern Oscillation. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 102, 639-653.

TYSON, D. P., 1980. Temporal and Spatial Variation of Rainfall Anomalies in Africa South of Latitude 22° During the Period of Meteorological Record. Climate Change, 363-371.

VARGAS, M. V. 1987. El Clima y sus Impactos. Implicancias en las Inundaciones del Noroeste de Buenos Aires. Boletín Informativo Techint, N° 250.

VELASCO, I. and FRITSH, J. M.; 1984: Mesoscale Convective Complexes over the Americas. Journal of Geophysics Research, 92,9591-9613.

VICENTIN, C. L., TARIFA, J. R.; 1984: A Circulação Superior e a Gênese das Chuvas Intensas Ocorridas no Sudeste do Brasilem Janeiro e Fevereiro de 1979. III Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belo Horizonte, 3-7/12/1984, 189-199.

WALKER, G. T.; 1923: Correlation in Seasonal Variations of Weather VIII. *Mem. Ind. Meteorol. Dept.* , 24, 75-131.

WALKER, G. T.; 1924: Correlation in Seasonal Variation of Weather IX. *Mem. Ind. Meteorol. Dept., 24,* 275-332.

WALKER, G. T.; 1928: World Weather III. *Mem. R. Meteor. Soc.*, 2, 97-106.

WALKER, G. T.; BLISS, E. W.; 1932: World Weather V. *Mem. R. Meteorol. Soc.*, 4, 53-84.

WALKER, G. T.; BLISS, E. W.; 1937: World Weather IV. *Mem. R. Meteorol. Soc.*, 4, 119-139.

WARD, J. H.; 1963: Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. Journal American Statistical Association, 58: 236-244.

WEARE, B. C.; 1986: An Extension of an El Niño Index. *Monthly Weather Review*, 114, 644-647.

WEBSTER, P. J.; 1981: Mechanisms Determining the Atmospheric Response to Sea Surface Temperature Anomalies. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 38, 554-571.

WEICKMANN, K. M.; LUSSKY, G. R.; KUTZBACH, J. E.; 1985: Intraseasonal (30-60 day) Fluctuations of Outgoing Longwave Radiation and 250mb Stream Functions During Northean Winter. *Monthly Weather Review*, 113, 941-961.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION: Climatic Change, Technical Note Nº 79, 1966.

ANEXO I

Datos de precipitación de DAEE-SP y DNAEE-Pr, SC, RS.

ESTADO DE SAN PABLO				
	NOMBRE	LATITUD/LONGITUD	ALTITUD(m)	PERÍODOS
SP1	Buritizal	20:11; 47:43	840	38-88
SP2	Nuporanga	20:30; 47:43	610	37-88
SP3	Estrada da Cunha	22:59; 45:02	757	36-88
SP4	Barretos	20:34; 48:34	518	36-88
SP5	ICEM	20:20; 49:12	430	37-88
SP6	Guararema	23:19; 46:07	600	30-88
SP7	P. B. (Miracatu)	24:14; 47:23	18	39-88
SP8	Atibaia	23:09; 46:33	770	33-88
SP9	Juquia	24:19; 47:37	15	33-88
SP10	Bairro do Sarapau	23:30; 47:49	550	45-88
SP11	Pereira Barreto	20:42; 51:07	300	40-88
SP12	Descalvado	21:57; 47:42	840	40-88
SP13	Araraquara	21:51; 48:30	440	38-88
SP14	Araraquara	21:53; 48:09	580	38-88
SP15	Iacanga	21:54; 49:02	450	44-88
SP16	Barbosa	21:16; 49:56	400	37-88
SP17	Guaiçara	21:37; 49:48	460	38-88
SP18	Araçatuba	21:12; 50:27	390	44-88
SP19	Parapua	21:47; 50:47	480	45-88
SP20	Bananal	22:41; 44:19	460	39-88
SP21	Cruzeiro	22:35; 44:59	540	41-88
SP22	Monteiro Lobato	22:52; 45:47	780	44-88
SP23	S. A. Pinhal	22:49; 45:44	970	44-88
SP24	Campinas	22:56; 46:54	690	37-88
SP25	Itarapina	22:15; 47:49	740	36-88
SP26	Torrinha	22:23; 48:10	720	37-88
SP27	Galia	22:19; 49:32	520	40-88
SP28	Americana	22:42; 47:17	540	37-88
SP29	Candido Mota	22:53; 50:20	360	39-88
SP30	Quintana	22:04; 50:18	600	41-88
SP31	P. Prudente	22:05; 51:23	460	43-88
SP32	Martinópolis	22:15; 51:10	430	46-88
SP33	Avaré	23:06; 48:55	780	40-88
SP34	S. J. Campos	22:03; 45:54	570	44-88
SP35	Tiete	23:00; 47:43	570	40-88
SP36	Cerquilho	23:09; 47:48	490	42-88
SP37	Itapetininga	23:35; 48:02	650	40-88
SP38	Ipaucu	23:01; 49:34	620	42-88
SP39	S. J. R. Pardo	21:36; 46:54	660	43-88
SP40	Ilhabela	23:47; 45:21	10	44-88
SP41	Amparo	22:42; 46:46	670	40-88
SP42	Aguai	22:03; 46:59	650	40-88
SP43	C. Paulista	22:40; 45:01	511	33-88
SP44	Cerradinho	23:58; 48:17	610	40-88
SP45	C. do Jordão	22:42; 46:46	670	41-88

Tabla 1 - Tabla de las estaciones utilizadas con sus respectivas latitudes, longitudes, altitudes y periodos correspondientes a cada una de ellas.

ESTADO DEL PARANÁ Y SANTA CATARINA				
	NOMBRE	LATITUD/LONGITUD	ALTITUD(m)	PERÍODOS
PR1	Jataizinho	23:15; 50:59	340	38-92
PR2	Quitandinha	25:57; 49:23	810	41-92
PR3	S. M. do Sul	25:52; 50:23	760	39-92
PR4	Mallet	25:56; 50:41	750	48-92
PR5	Antonina	25:14; 48:45	80	47-92
PR6	U. Vitória	26:14; 51:04	736	40-91
PR7	Jangada	26:22; 51:15	80	46-92
PR8	S. Mariana	23:06; 50:27	340	46-92
PR9	Andirá	23:05; 50:17	375	46-92
PR10	P. Grossa	25:15; 50:09	790	46-92
PR11	Prudentópolis	25:12; 50:56	690	38-92
PR12	Itaipu	24:30; 54:20	150	41-92
PR13	Guaira	24:04; 54:15	218	46-92
PR14	Adrianópolis	24:39; 49:00	180	39-92
PR15	Cerro Azul	24:54; 49:20	400	47-92
PR16	Praia Grande	25:10; 48:53	750	40-92
PR17	Morretes	25:28; 48:50	8	47-92
PR18	Veu de Noiva	25:26; 48:57	680	41-91
PR19	Foz do Iguaçu	25:41; 54:26	152	48-92
PR20	P. Nacional (Foz)	25:17; 54:29	100	42-92
PR21	C. Novo (Q.Iguaçu)	25:28; 52:54	550	48-92
PR22	Guarapuava	25:38; 51:58	740	48-92
PR23	Curitiba	25:26; 49:16	929	22-92
PR24	S. Bento	25:56; 49:47	770	39-92
PR25	Rio Negro	26:06; 49:48	770	48-92
SC1	Blumenau	26:55; 49:04	12	44-89
SC2	Corupa	26:25; 49:18	200	46-90
SC3	C. da Alegria	26:52; 51:47	1000	43-90
SC4	Apiuna	27:52; 49:47	100	41-90
SC5	Marcilio Dias	26:06; 50:23	764	39-88
SC6	Garcia	26:29; 49:59	215	41-90
SC7	Ibirama	27:03; 49:31	151	34-90
SC8	Ilhota	26:54; 48:51	10	28-88
SC9	Matos Costa	26:29; 51:10	1201	39-88
SC10	Meleiros	28:49; 49:38	80	43-90
SC11	N. Bremen	27:01; 49:36	252	41-90
SC12	Ituporanga	27:24; 49:36	360	41-90
SC13	Rio do Pouso	28:25; 49:06	20	40-90
SC14	Araranguá	28:57; 49:36	10	46-90
SC15	Lages	27:49; 50:20	937	48-88
SC16	Xanxere	26:51; 52:24	841	48-88
SC17	Taio	27:07; 49:59	360	30-89
SC18	M. Gercino	27:24; 48:56	40	46-90
SC19	Pomerode	26:44; 49:10	46	30-90
SC20	P. Redondo	27:14; 49:57	353	41-90
SC21	Timbó	26:49; 49:16	70	29-90
SC22	A. Wagner	27:44; 49:23	550	41-90
SC23	Garcia (Angelina)	27:29; 48:59	215	46-90

Tabla 1 - (continuación)

ESTADO DEL RIO GRANDE DEL SUR				
	NOMBRE	LATITUD/LONGITUD	ALTITUD(m)	PERÍODOS
RS1	Uruguaiana	29:45; 56:31	120	44-90
RS2	Antonio Prado	28:51; 51:17	700	43-91
RS3	N. Palmira	29:19; 51:11	200	43-91
RS5	Carazinho	28:07; 52:39	550	44-88
RS6	Cruz Alta	28:41; 53:17	300	48-90
RS7	Encantado	29:14; 51:52	200	43-91
RS8	Santo Angelo	28:18; 54:16	584	33-88
RS9	Girua	28:01; 54:21	400	43-91
RS10	S. Jerônimo	29:57; 51:43	13	42-88
RS11	Bagé	31:20; 54:06	242	39-88
RS12	Ijuí	28:22; 53:55	300	43-91
RS13	Cacequi	29:54; 54:49	100	43-91
RS14	S. do Livramento	30:53; 55:32	234	39-88
RS15	Montenegro	29:41; 51:27	35	43-88
RS16	L. Vermelha	28:12; 51:32	889	39-88
RS17	Canguçu	31:23; 52:40	400	43-88
RS18	Passo Fundo	28:16; 52:24	684	40-88
RS19	Dona Francisca	29:37; 53;21	100	43-91
RS20	Nova Prata	28:47; 51:37	700	45-91
RS21	E. do Sul	30:32; 52:30	428	39-88
RS22	Erebango	27:50; 52:18	700	43-91
RS23	S. F. de Paula	28:51; 50:27	900	43-91
RS24	Vacaria	28:30; 50:57	955	39-88
RS25	Alto Uruguai	27:16; 54:08	200	48-90
RS26	Bom Jesus	28:40; 50:26	1048	48-88
RS28	Piratini	31:26; 53:06	345	39-88
RS29	B. do R. Grande	32:02; 52:06	3	39-88
RS30	Rosario do Sul	30:15; 54:57	100	43-88
RS31	S. V. do Palmar	33:31; 53:22	24	36-88

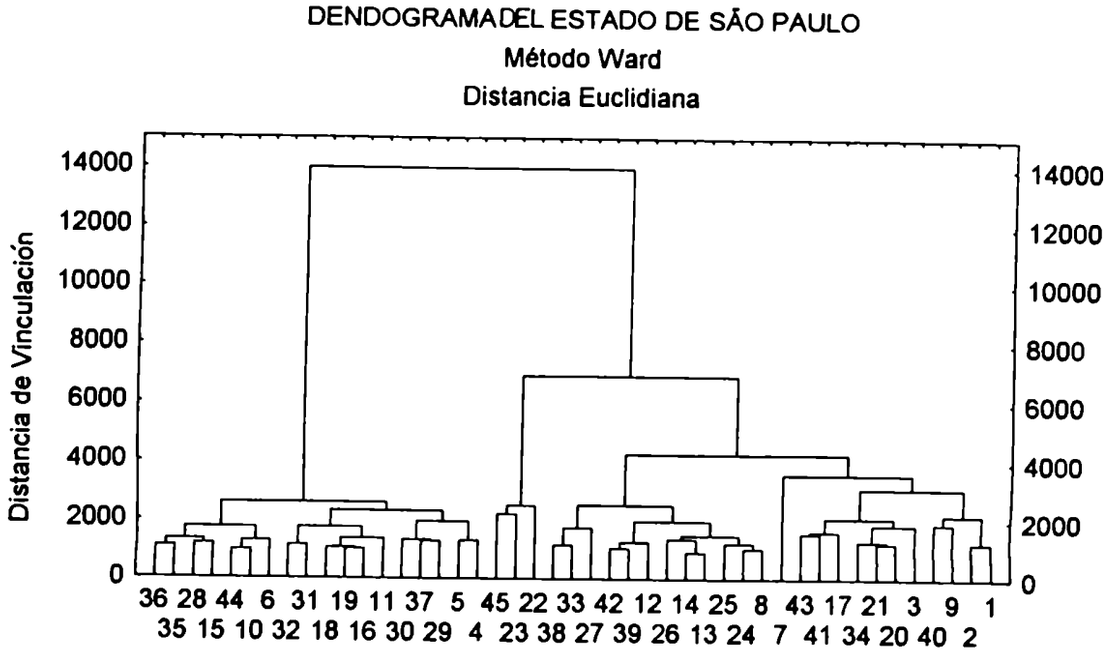
Tabla 1 - (continuación)

ANEXO II

Est.	Prom.	Mediana	Min.	Máx.	Q. Inf.	Q. Sup.	Desv.	Assim.	Curt.	CV
SP1	1591.3	1609.0	792.0	2296.0	1390.0	1771.0	271.7	-0.13	1.25	0.17
SP3	1453.9	1365.0	1080.0	2110.0	1264.0	1581.0	274.4	0.81	-0.12	0.19
SP7	1527.1	1440.0	974.0	3469.0	1278.0	1632.0	402.6	2.91	12.99	0.26
SP9	1597.5	1582.0	1128.0	2368.0	1375.0	1738.0	262.7	0.78	1.33	0.16
SP11	1223.6	1210.0	772.0	1746.0	1087.0	1319.0	194.9	0.47	1.15	0.16
SP20	1419.9	1429.0	968.0	1782.0	1271.0	1547.0	199.3	-0.37	-0.42	0.14
SP22	1720.7	1676.0	1071.0	2546.0	1524.0	1898.0	364.9	0.32	-0.22	0.21
SP23	1763.5	1690.0	991.0	2477.0	1490.0	2013.0	359.1	0.17	-0.46	0.20
SP27	1358.9	1279.0	645.0	2053.0	1136.0	1622.0	327.6	0.31	-0.45	0.24
SP29	1348.7	1338.0	925.0	1974.0	1169.0	1462.0	273.7	0.57	-0.08	0.20
SP33	1391.0	1314.0	904.0	2181.0	1115.0	1470.0	311.5	0.86	-0.02	0.22
SP38	1447.4	1417.0	992.0	2034.0	1228.0	1570.0	272.1	0.64	-0.42	0.19
SP40	1499.9	1478.0	923.0	2412.0	1267.0	1656.0	331.0	0.55	0.17	0.22
SP41	1400.5	1398.0	767.0	2176.0	1195.0	1591.0	304.1	0.55	0.71	0.22
SP43	1367.9	1366.0	975.0	1815.0	1213.0	1480.0	219.6	0.31	-0.54	0.16
SP44	1222.3	1203.0	625.0	1799.0	1042.0	1362.0	227.1	0.19	0.56	0.19
SP45	1742.1	1778.0	858.0	2824.0	1531.0	1877.0	351.3	0.73	3.00	0.20
Pr1	1343.3	1263.0	977.0	1915.0	1154.0	1546.0	261.7	0.52	-0.79	0.19
Pr5	2346.0	2325.0	1843.0	3012.0	2169.0	2522.0	294.1	0.40	-0.47	0.13
Pr6	1551.8	1513.0	211.0	2900.0	1340.0	1742.0	394.2	0.03	5.09	0.25
Pr14	1026.8	1103.0	206.0	2027.0	779.0	1271.0	397.3	-0.03	0.30	0.39
Pr15	1052.0	979.0	540.0	1894.0	823.0	1250.0	395.8	0.58	0.08	0.29
Pr17	1923.7	1939.0	1077.0	2703.0	1704.0	2127.0	342.5	-0.22	0.19	0.18
Pr18	3654.8	3734.0	2023.0	4615.0	3251.0	4111.0	594.4	-0.66	0.49	0.16
Pr19	1589.7	1691.0	520.0	2706.0	1240.0	1830.5	480.0	-0.24	0.54	0.30
Pr22	1721.9	1617.0	1050.0	3224.0	1350.0	1968.5	446.8	0.98	1.78	0.26
SC2	1817.5	1792.0	1049.0	3129.0	1431.0	2089.0	429.4	0.69	0.86	0.24
SC3	1854.2	1904.0	854.0	3309.0	1474.0	2060.0	444.2	0.69	1.98	0.24
SC7	1389.6	1405.0	854.0	2160.0	1198.0	1485.0	259.3	0.57	1.29	0.19
SC8	1463.8	1452.0	776.0	2789.0	1243.0	1618.0	330.4	1.27	5.59	0.23
SC9	1438.2	1507.0	754.0	2159.0	1130.0	1637.0	348.0	-0.03	-0.47	0.24
SC13	1283.0	1278.0	468.0	1966.0	1057.0	1478.0	278.3	-0.13	1.00	0.22
SC14	1290.7	1253.0	763.0	2046.0	1072.0	1458.0	324.9	0.45	-0.13	0.25
RS1	1817.9	1706.0	999.0	3128.0	1441.0	2015.0	508.9	0.85	0.73	0.28
RS7	1307.9	1303.0	651.0	2137.0	1079.0	1536.0	338.5	0.06	-0.11	0.26
RS9	1205.2	1156.0	184.0	3161.0	604.0	1712.0	723.3	0.62	-0.19	0.60
RS10	1043.3	977.0	366.0	1981.0	856.0	1241.0	339.8	0.73	1.19	0.32
RS15	1100.4	1080.0	383.0	2041.0	655.0	1400.5	462.5	0.31	-0.89	0.42
RS20	1541.1	1569.0	746.0	2756.0	1260.0	1756.0	432.9	0.40	0.43	0.28
RS22	1896.0	1946.0	196.0	3335.0	1251.0	2482.5	848.8	-0.39	-0.67	0.45
RS25	1273.3	1286.0	475.0	2055.0	1027.0	1418.0	312.3	0.24	0.62	0.25
RS26	1610.8	1559.0	790.0	3295.0	1264.0	1791.0	468.5	1.42	3.69	0.29

Tabla 2 - Cálculo del promedio, mediana, cuartil minimo, cuartil maximo, asimetria y curtosis.

ANEXO III



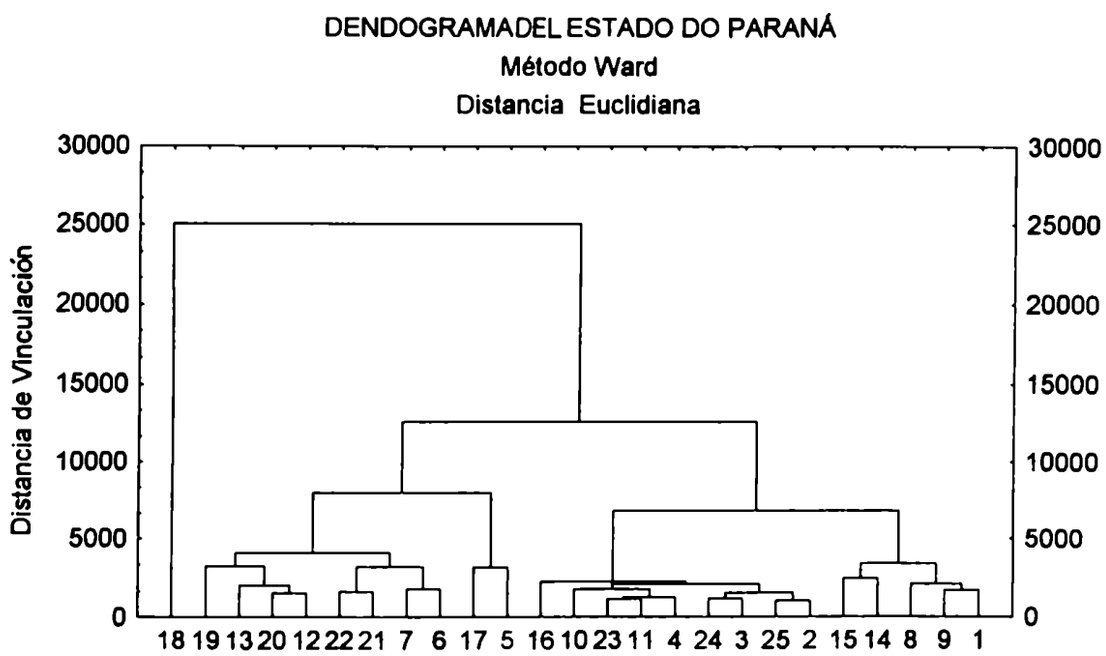
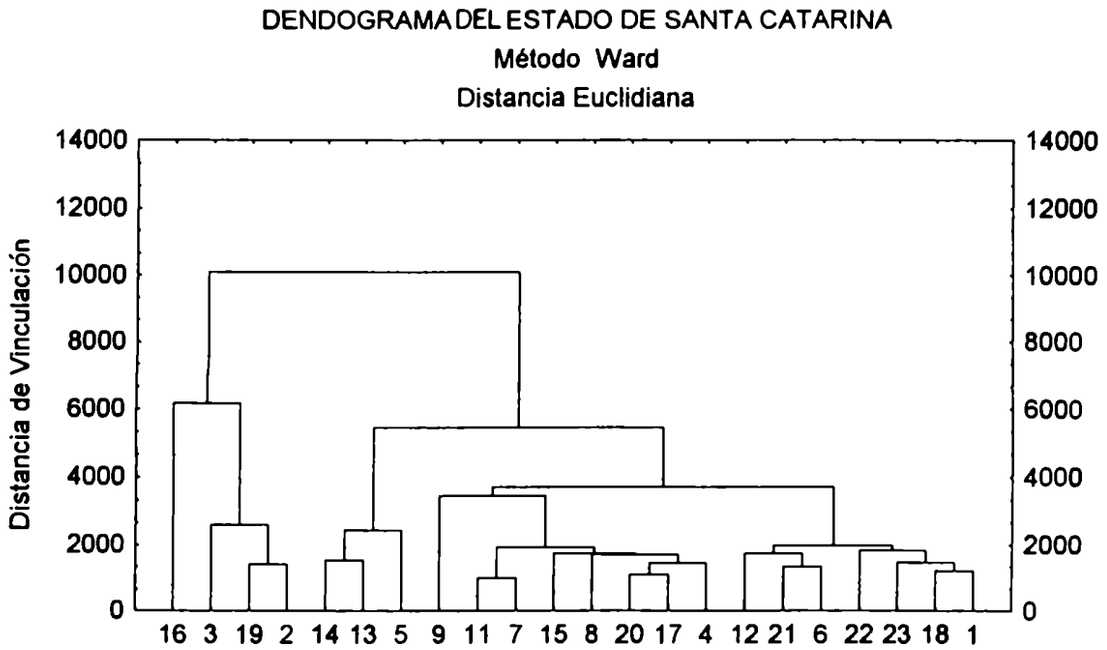


Figura 31 - Dendograma de las provincias de San Pablo y Paraná.



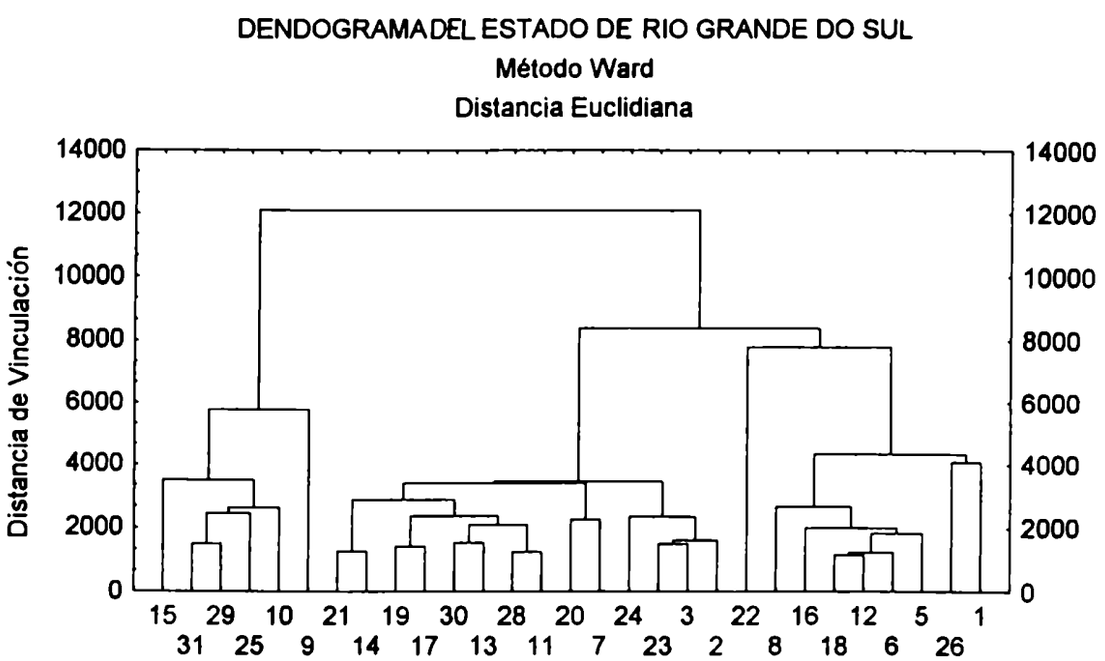


Figura 32 (continuação del anexo III) Dendograma de las provincias de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

ANEXO IV

Propiedades Básicas de las Series

Con respecto a las propiedades básicas, se puede decir que un estudio preliminar de una serie de observaciones puede realizarse a través de una distribución de frecuencias. Estas distribuciones son utilizadas para organizar los datos permitiendo una rápida y fácil determinación de las características de los mismos.

La forma de una dada distribución de frecuencia está gobernada por constantes llamadas "parámetros". Estos se denomian "momentos" de la distribución que describen la relación de ella con su media aritmética. Entre ellos encontramos (Brooks, 1953):

Momento de primer orden: es la media algebraica de las desviaciones.

$$M_1 = \sum_i \frac{(X_i - \overline{X})}{N}$$

Momento de segundo orden: es conocido como la varianza y su raíz cuadrada la desviación estándar. Esta última es la principal medida de dispersión de la distribución y uno de los parámetros más utilizados en estadística.

$$M_2 = \sum_i \frac{(X_i - \overline{X})^2}{N}$$

Momento de tercer orden: es una medida de la asimetría de la distribución.

$$M_3 = \sum_i \frac{(X_i - \overline{X})^3}{N}$$

La expresión del coeficinte de asimetría es (Panofsky, 1965)

$$A_s = \frac{M_3}{M_2^{3/2}}$$

Momento de cuarta orden: La forma de una distribución de frecuencias simétricas puede ser distorcionadas respecto de la forma de una distribución normal a través de una desproporcionalidad en el número de observaciones en los rangos intermedios entre el promedio y los valores extremos. Esta distorción se denomina curtosis y el momento de cuarta orden es una medida de la misma.

$$M_4 = \sum_i \frac{(X_i - \overline{X})^4}{N}$$

El coeficiente de curtosis tiene la seguiente espresión (Panofsky, 1965).

$$K = \frac{M^4}{M_2^4}$$

Debe tenerse en cuenta que estos dos últimos momentos son muy sensibles a valores de la variable ya que la presencia de uno o dos de ellos en un gran número de observaciones son capaces de desviar el resultado respecto de los de una distribución normal.

Para determinar los rangos dentro de los cuales los coeficientes de asimetría curtosis describen una distribución normal se calcula el error estándar de dichos coeficientes. La expresión para el error estándar de la asimetría es (Brooks, 1953): $(6/N)^{1/2}$ y el error estándar de la curtosis se determina a través de la seguiente expresión (Brooks,1953): $(24/N)^{1/2}$, donde N es el número de datos de la serie.

Los gráficos ubicados en los mapas del Brasil Meridional presenta, para algunas estaciones, las estructuras para cada momento comentado arriba. Se puede observar, singularidades a NE de la provincia de San Pablo. Una estructura muy

marcada en la provincia de San Pablo, com máximos en verano, pero con una variabilidad mayor en inverno.

Las provincias de Paraná y Santa Catarina, son marcadamente transientes en relación a San Pablo y Rio Grande del Sur, con una precipitación muy descotinua para cada mes.

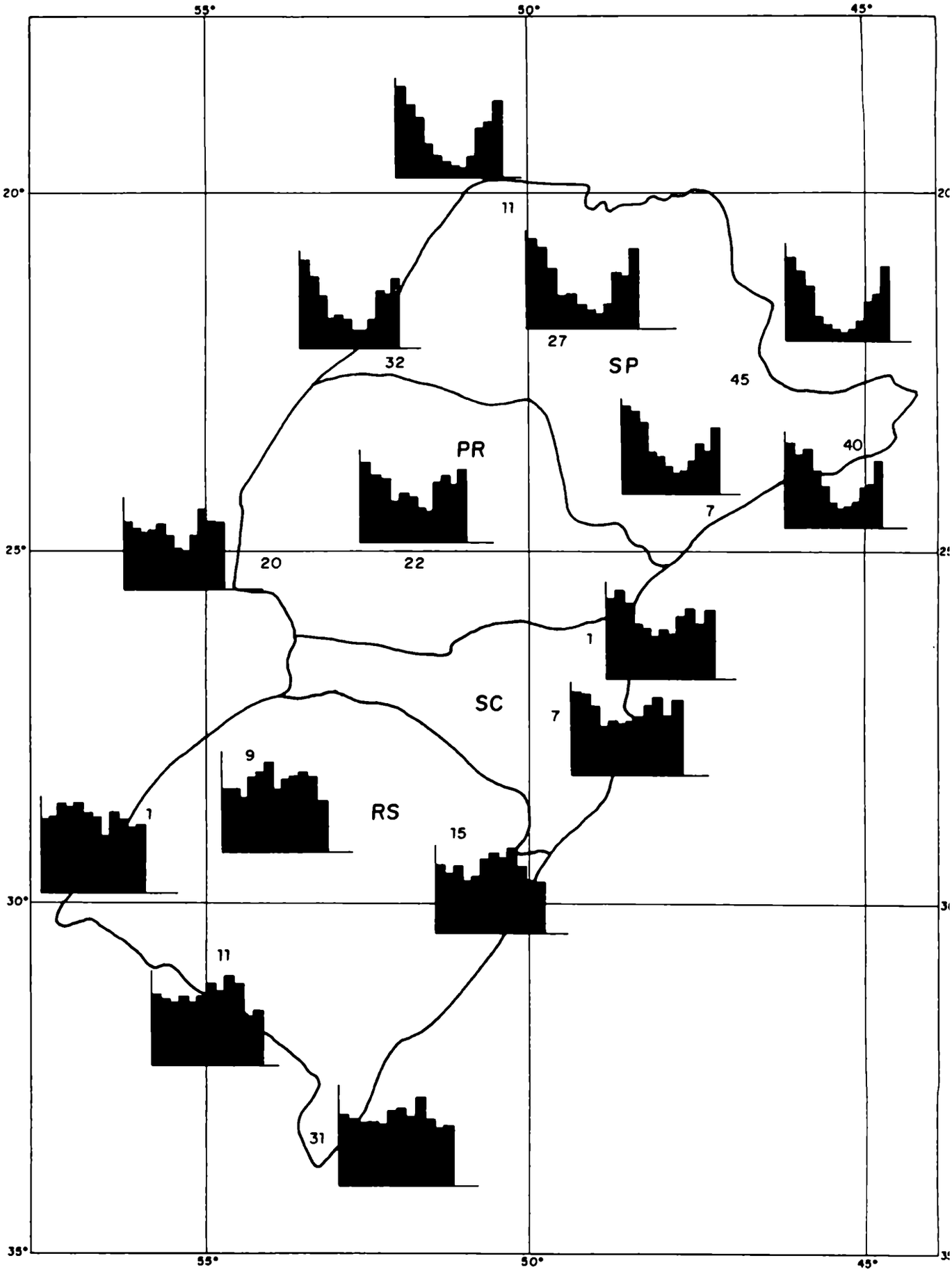


Figura 33 - Estructura de la precipitación total mensual del período 1948-1988, del Brasil Meridional.

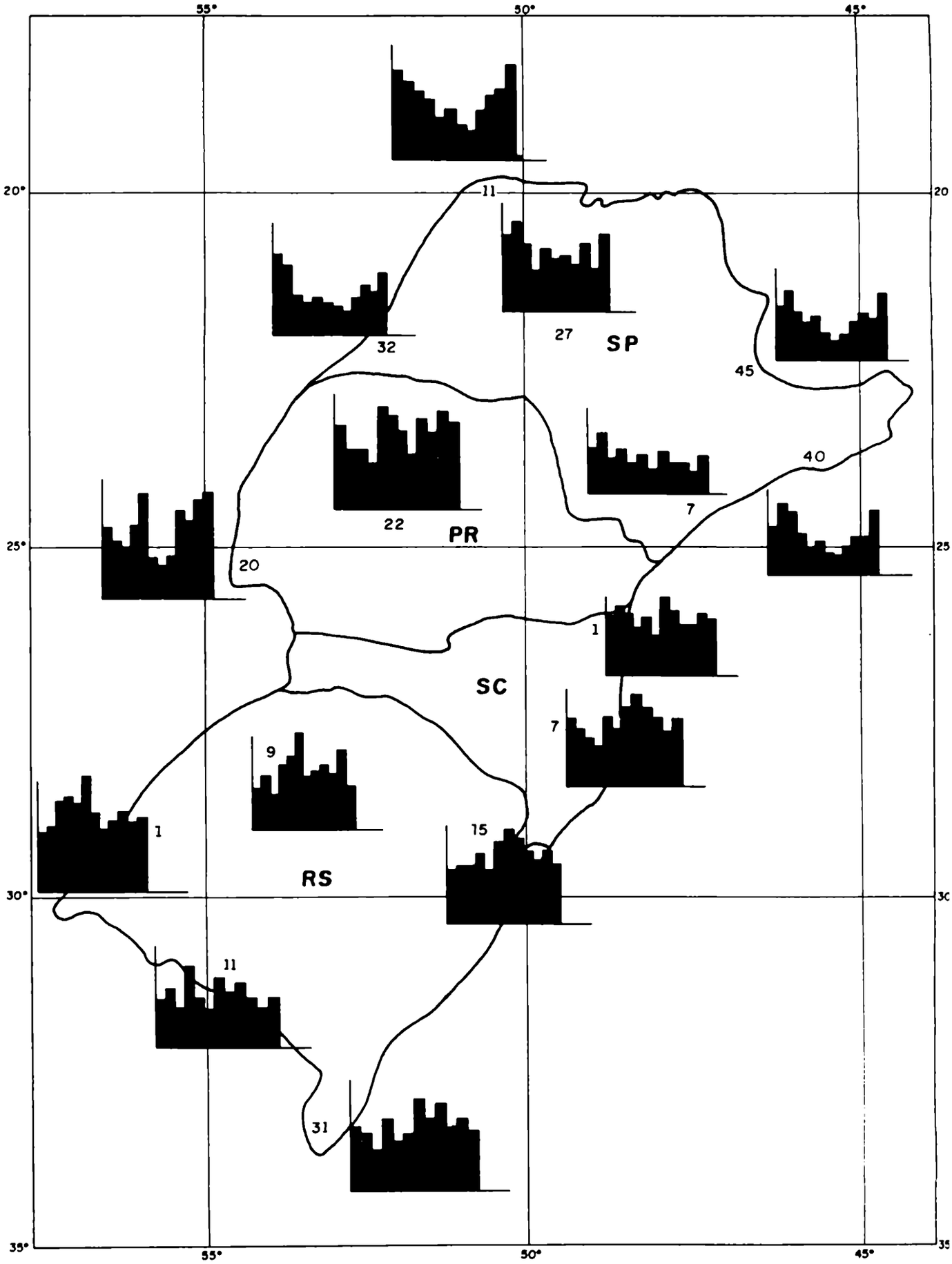


Figura 34 - Estructura del desvio estandar de la precipitación total mensual del período 1948-1988, del Brasil Meridional.

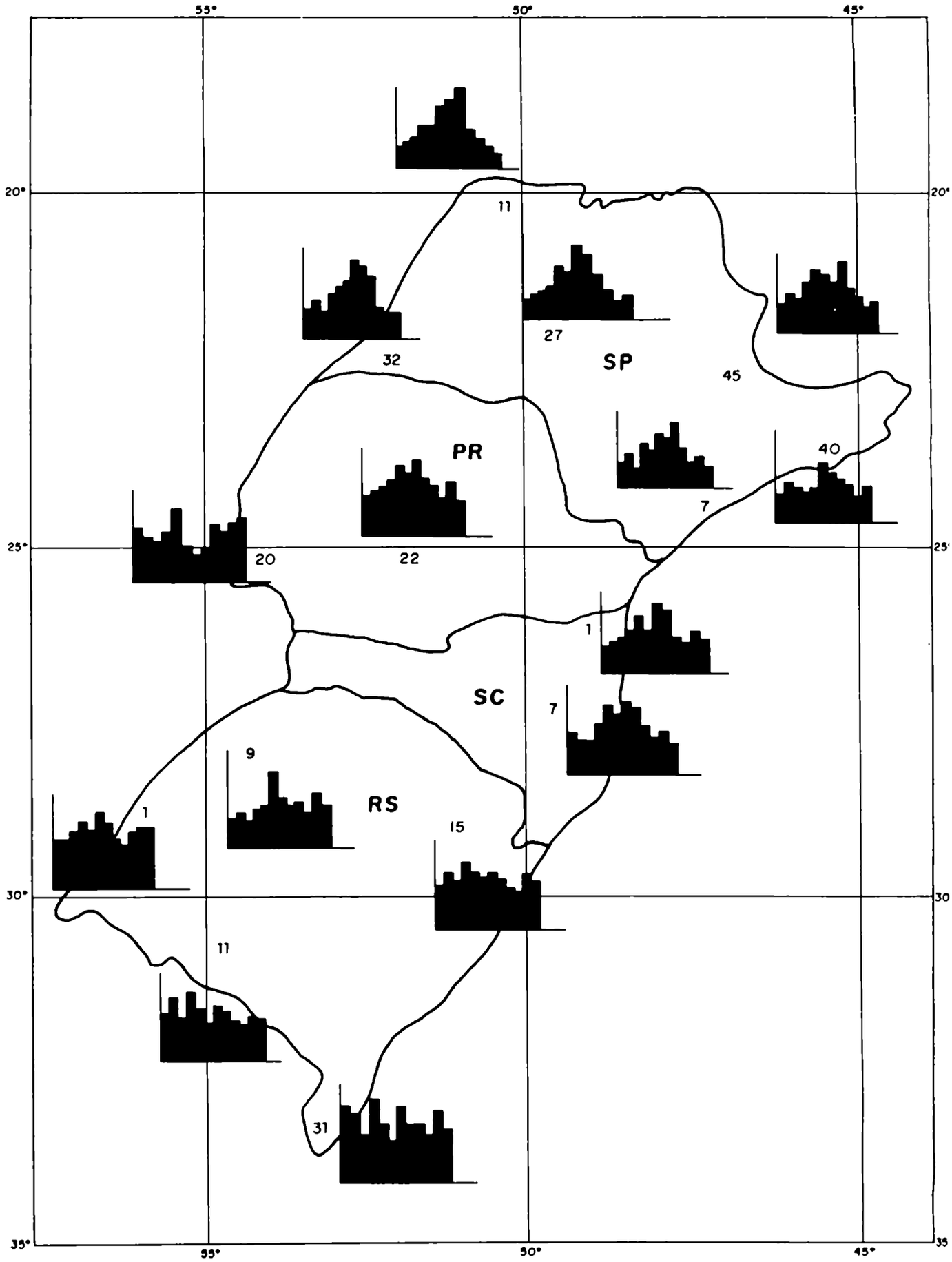


Figura 35 - Coeficiente y variaciones para distintas estaciones del Brasil Meridional.

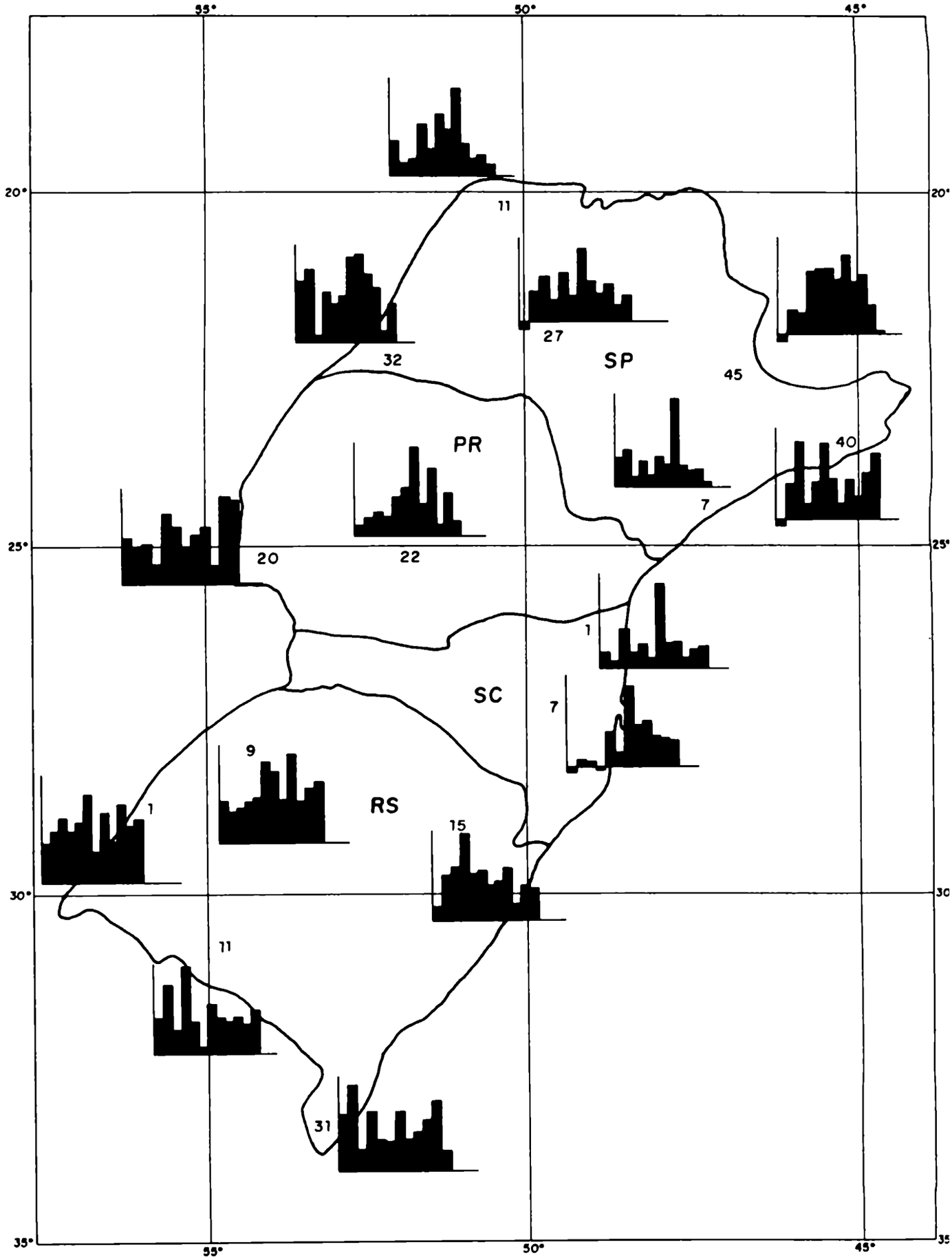


Figura 36 - Estructura de la asimetria para distintas estaciones del Brasil Meridional.

ANEXO V

Análisis Armonicas de la Series

Una de las aplicaciones más importantes de las técnicas analíticas desarrolladas por Fourier es representar una función por una suma de funciones periódicas.

En el análisis de Fourier las funciones periódicas usadas son senos y cosenos. Consideremos una función discreta. Podemos suponer que deriva de una función continua S(t) de duración T, tomando una muestra de valores espaciados en Δ. Se toman N = T/Δ siendo SR = S(t = rΔ). Por conveniencia se supone que N es par e igual 2n.

Sea la serie finita de Fourier:

$$S(t) = A_0 + 2\sum_{m=1}^{n-1}\left(Am\cos 2\pi m f t + B_m \operatorname{sen} 2\pi m f t\right) + A_n \cos 2\pi n f t$$

f =1/N frecuencia fundamental de la función S(t) y corresponde a un período igual a la longitud mas larga de la función. S(t) tiene N constantes, las A_m y B_m que pueden ser determinadas pues S(t) = SR en los puntos t = rΔ. Para cada t = rΔ se tiene una ecuación, o sea tenemos un conjunto de N ecuaciones con N incógnitas.

Las expresiones finales, (Jenkins, 1968) para los coeficientes A_m y B_m teniendo en cuenta que las funciones seno y coseno son ortogonales son:

$$A_m = \frac{1}{N}\sum SR\cos\left(2\pi mr\right) / N$$

m = 0, 1 .....n

$$B_m = \frac{1}{m}\sum SR\,\mathrm{sen}(2\pi mr)/N$$

A_0 es el promedio de los SR.

S_i N es impar el término de A_n desaparece.

Hay otras manera de escribir S(t):

$$S(t) = R_0 + S\sum R_m \cos(2\pi m f t + \theta_m) + R_n \cos 2\pi n f t$$

siendo $R_m^2 = A_m^2 + B_m^2$ y $\theta_m = \arctan(-B_m / A_m)$ donde R_m es la amplitud y θ_m la fase inicial.

El análisis de Fourier aplicado a una serie permite conocer que parte de la varianza explica cada uno de los armónicos que la componen. Para ello se puede tener en cuenta el teorema de Parseval (Jenkins, 1968) que expresa:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N}\sum_r^N (SR - R_0)^2 = 2\sum_m^{n-1} R_m^2 + R_n^2$$

donde R_m es la amplitud del m - esimo armónico.

A partir de la expresión anterior la varianza explicada por cada armónico puede ser expresada como:

$$\sigma_{expm} = \frac{2R_m^2}{\sigma}$$

siendo σ_{expm} la varianza explicada por el m - esimo armónico σ la varianza total de la serie.

De todas las ondas periódicas encontradas por el método de Fourier algunas pueden ser significativamente reales y otras pueden representar "ruido". Es interesante entonces "testear" su grado de significancia con algún nivel estadístico

de probabilidad. Para esto se puede aplicar el "test de significancia para amplitudes" de cada armónico (Brooks, 1953).

Los graficos a seguir presentan la variabilidad de las series de precipitaciones de Bananal (22:41; 44:19), Candido Mota (22:53; 50:20), Ilhabela (23:47; 45:21), Campos de Jordão (22:42; 46:46), Morretes (25:28; 48:50), Veu de Noiva (25:26; 48:57), Foz de Iguaçu (25:41; 54:26), Guarapuava (25:38; 51:58), Rio Pouso (28:25; 49:06), Xanxerê (26:51; 52:24), Campina da Alegria (26:52; 51:41), Mato Costas (26:29; 51:10), Uruguaiana (29;45;56:31), Alto Uruguai (27:16; 54:00), Bom Jesus (28:40; 50:26) y S. V. do Palmar (33:31; 53:12).

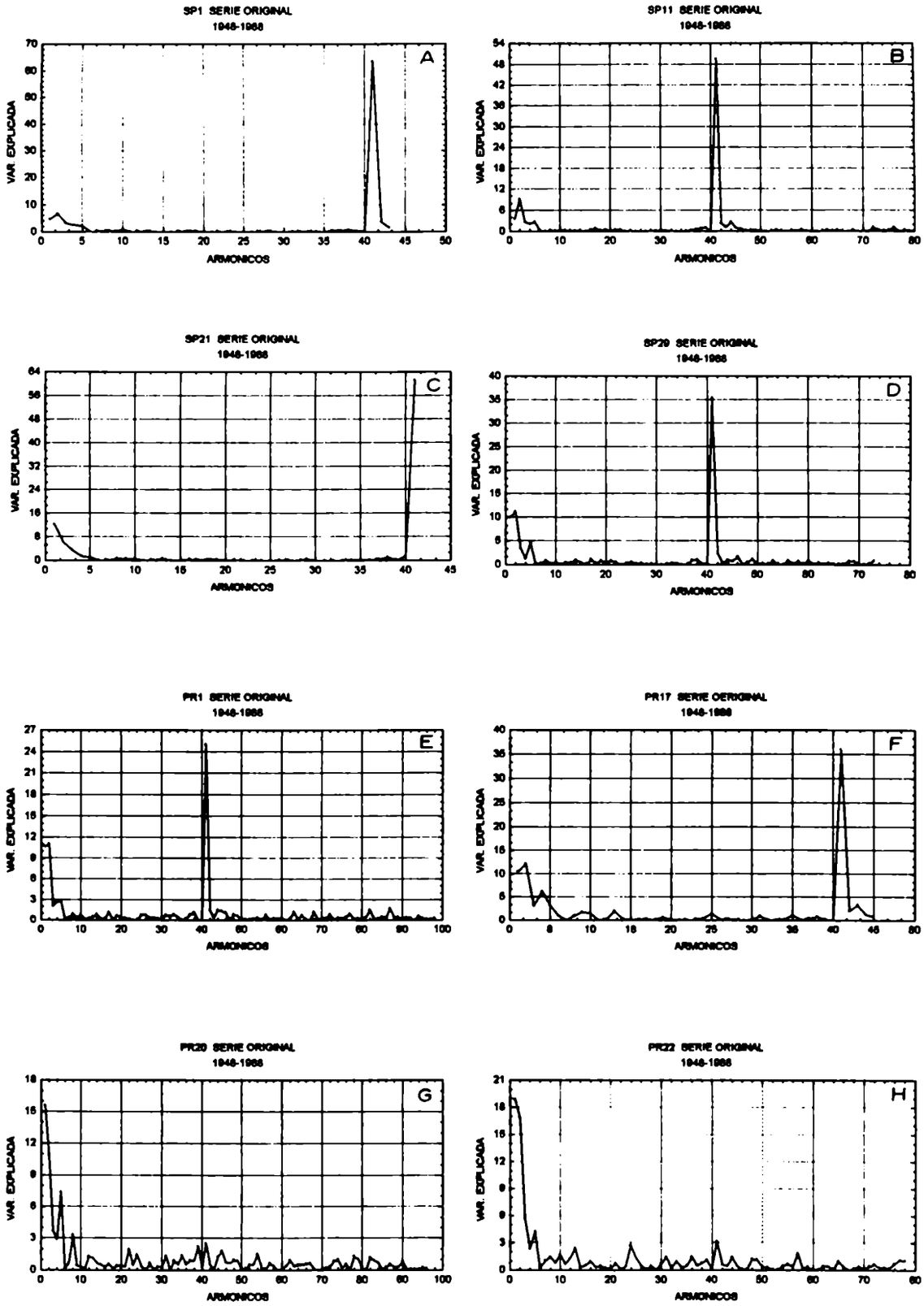


Figura 37 - Análisis armonico de las series originales de precipitaciones total mensual de San Pablo y Paraná.

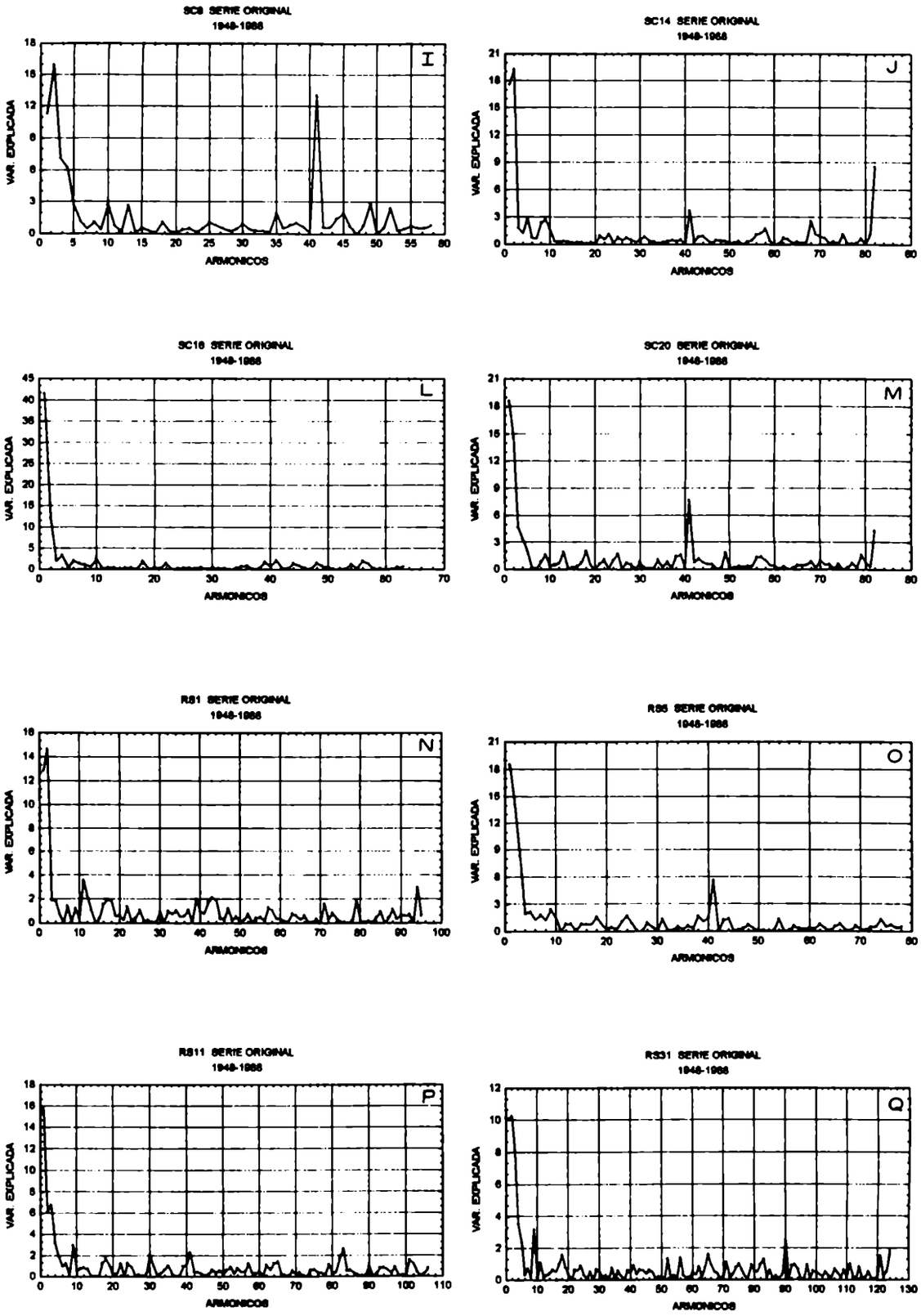


Figura 38 - Análisis armonico de las series originales de precipitaciones de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

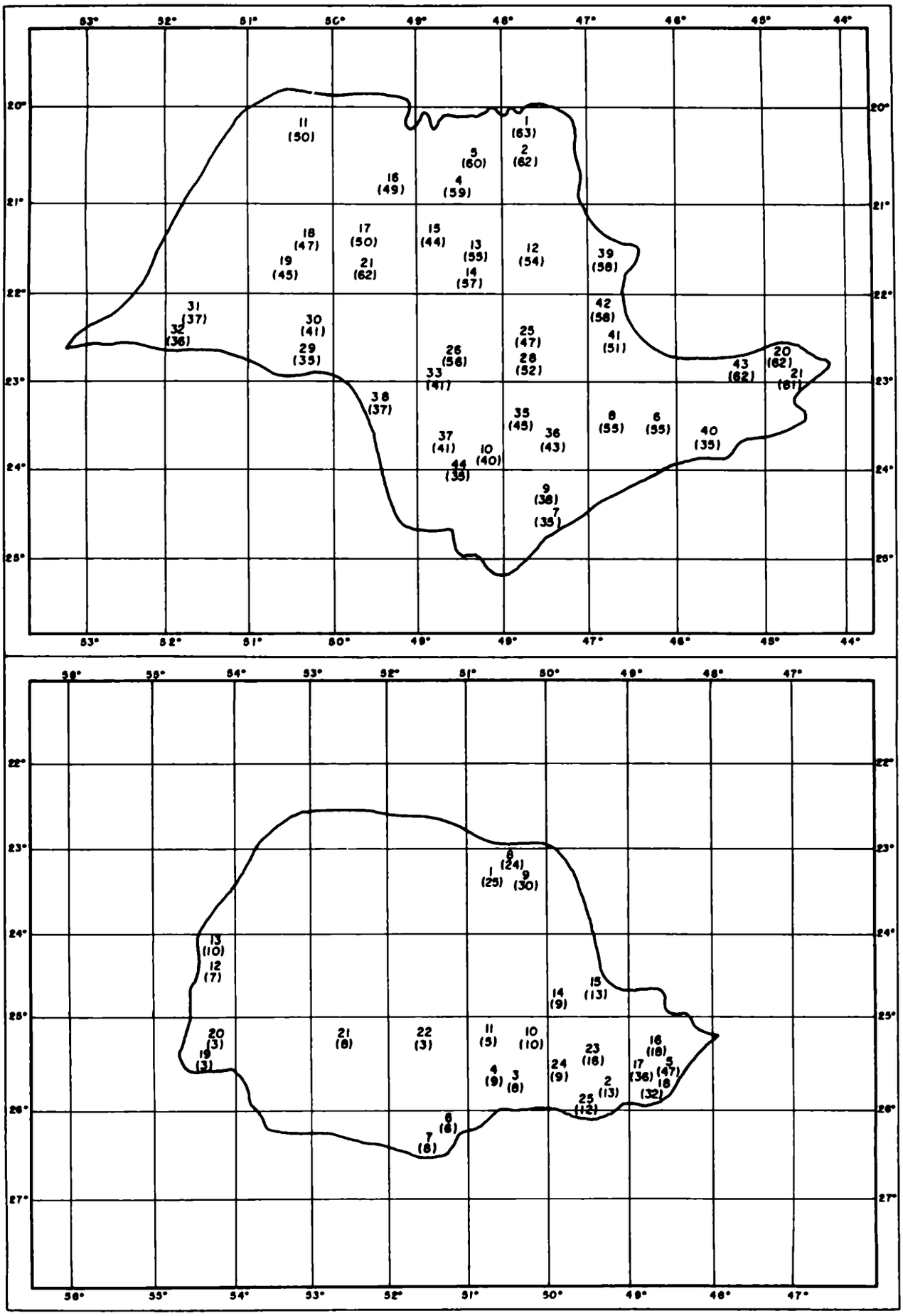


Figura 39 - Distribución espacial de los armonicos representativos de la onda anual. Los números entre parentesis representan la varianza explicada del armonico de la onda anual para las provincias de San Pablo y Paraná.

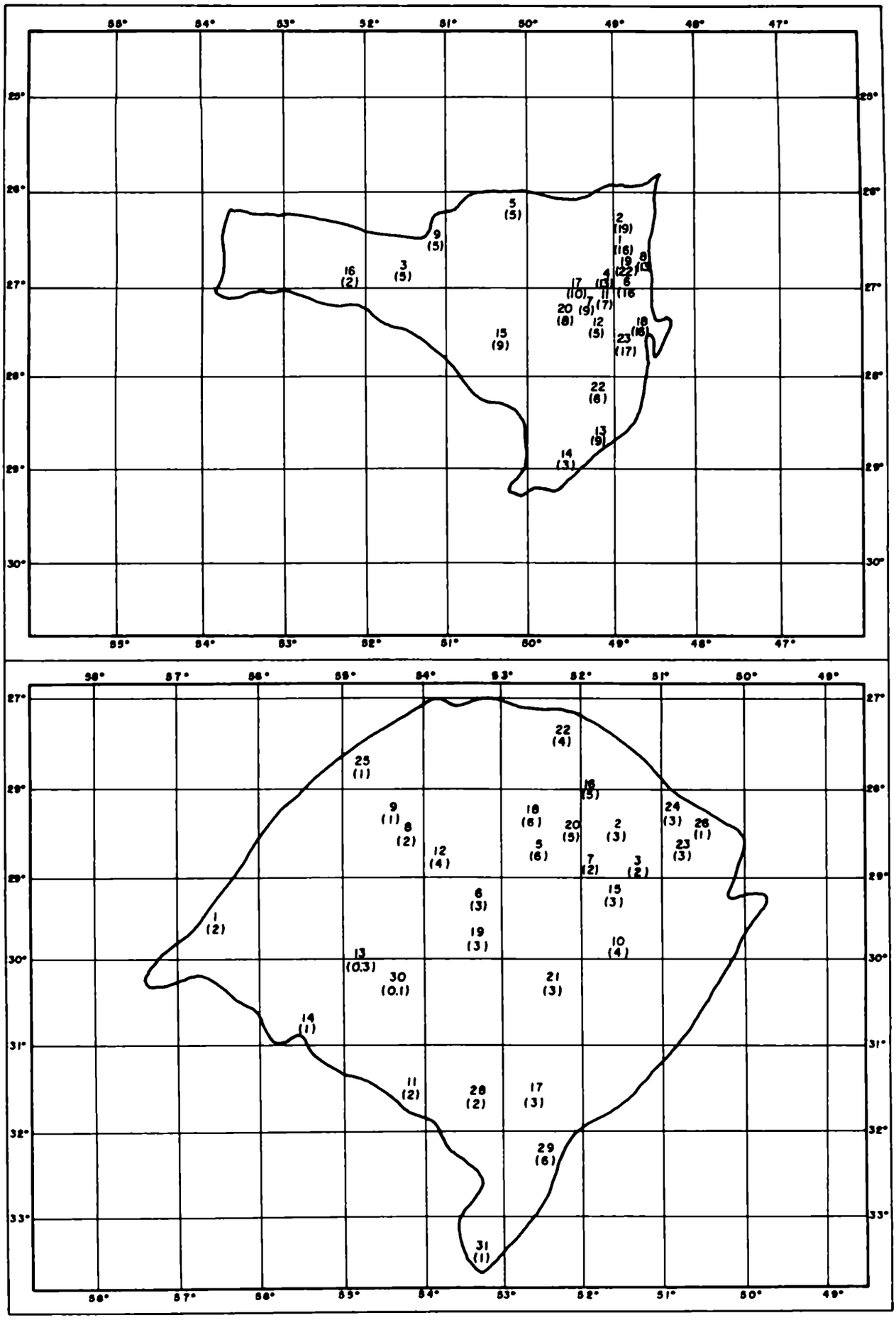


Figura 40 - Distribución espacial de los armonicos representativos de la onda anual. Los números entre parentesis representan la varianza explicada del armonico de la onda anual para las provincias de Santa Catarina y Rio Grande del Sur.

ANEXO VI

Porcentaje de Precipitación, período 48-88, en relación ao promedio de este período (San Pablo)											
	EFM (%)	FMA (%)	MAM (%)	AMJ (%)	MJJ (%)	JJA (%)	JAS (%)	ASO (%)	SON (%)	OND (%)	DEF (%)
SP1	44	32	20	11	6	3	5	14	26	40	50
SP2	44	32	21	10	6	4	6	8	26	40	50
SP3	45	33	22	12	8	7	8	15	24	35	47
SP4	46	32	20	10	7	4	6	13	25	39	51
SP5	46	33	21	10	7	4	6	14	25	38	50
SP6	43	31	21	14	11	9	10	17	23	33	46
SP7	42	34	26	18	14	12	13	18	21	27	41
SP8	41	30	21	14	11	9	9	16	25	36	45
SP9	40	33	26	18	15	13	14	19	22	28	40
SP10	41	30	22	15	14	11	12	19	24	33	43
SP11	43	31	22	13	9	6	8	16	25	36	47
SP12	43	30	20	12	9	7	8	16	25	37	49
SP13	44	31	20	12	9	7	8	14	23	37	51
SP14	43	31	20	12	9	7	7	14	24	38	50
SP15	42	31	20	14	11	8	9	16	23	35	49
SP16	43	30	21	13	10	7	8	15	24	39	48
SP17	43	30	20	12	10	7	8	15	23	36	48
SP18	45	31	22	13	9	6	7	15	24	35	47
SP19	40	29	22	15	12	8	9	17	25	36	45
SP20	44	33	22	12	8	7	8	15	23	36	47
SP21	42	32	23	13	8	7	8	15	24	37	46
SP22	44	33	22	12	8	7	8	16	24	35	46
SP23	43	32	22	13	8	7	8	15	23	36	47
SP24	40	29	21	14	11	9	10	17	25	35	45
SP25	45	33	22	13	10	8	8	15	22	33	49
SP26	43	31	21	13	10	8	8	15	22	34	49
SP27	41	30	22	15	12	9	10	17	24	34	45
SP28	43	30	22	14	11	8	9	16	23	34	47
SP29	37	30	23	18	15	12	11	18	24	33	41
SP30	40	29	22	15	12	9	9	16	24	35	45
SP31	40	30	22	16	13	10	10	17	25	34	44
SP32	39	28	25	16	14	11	11	19	26	33	42
SP33	39	29	22	16	14	11	11	18	24	33	43
SP34	44	32	23	13	9	7	8	15	23	34	46
SP35	40	29	21	15	12	10	10	18	24	35	45
SP36	41	30	22	15	12	10	10	18	23	33	44
SP37	39	29	21	15	14	12	12	18	24	33	43
SP38	36	29	23	18	15	12	12	18	24	34	40
SP39	43	30	20	12	8	6	7	14	24	38	49
SP40	41	36	30	21	15	12	11	15	18	26	39
SP41	42	29	19	13	10	9	9	16	24	36	48
SP42	42	30	21	12	9	6	7	15	23	38	49
SP43	43	33	24	12	7	6	8	15	24	36	46
SP44	39	29	22	17	15	13	13	19	24	31	42
SP45	45	31	20	12	8	6	7	14	23	35	50

Tabla 5 - Tablas del porcentaje de todos los meses para algunas estaciones y las combinaciones de 3 meses: periodo seco (mayo/julio) y pe - riodo húmedo (diciembre/febrero); combinación de 6 meses. Además se calculó el porcentaje de periodos de 3 meses consecutivos.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
SP1	18	15	11	6	3	2	1	1	3	10	12	18
SP2	17	15	12	5	3	2	1	1	3	10	12	18
SP3	17	15	13	5	4	3	2	2	4	8	12	15
SP4	18	16	11	5	4	2	1	1	3	9	13	17
SP5	18	16	12	5	3	2	1	1	3	10	12	17
SP6	17	15	11	5	5	4	2	3	5	9	9	14
SP7	15	14	12	7	6	4	4	4	6	8	7	12
SP8	16	14	11	5	5	4	2	3	4	9	12	15
SP9	14	13	12	8	6	5	4	4	6	9	7	12
SP10	15	14	11	4	6	5	3	3	5	11	8	14
SP11	18	14	11	6	4	3	2	2	4	10	11	15
SP12	18	14	11	5	4	3	2	2	4	10	11	17
SP13	17	15	11	5	4	3	2	2	4	8	11	18
SP14	17	15	11	5	4	3	17	19	4	9	12	18
SP15	17	15	10	5	5	3	2	2	4	9	10	16
SP16	18	14	11	5	5	3	2	2	4	10	10	16
SP17	18	14	11	5	5	3	2	2	4	9	11	17
SP18	19	14	12	5	5	3	2	2	4	9	11	15
SP19	16	13	10	5	6	4	2	2	4	10	11	16
SP20	16	15	13	6	4	2	2	3	4	8	11	16
SP21	17	13	12	7	4	2	2	3	4	9	12	16
SP22	17	15	13	6	4	3	2	2	4	9	11	15
SP23	16	15	12	7	4	3	2	2	4	9	11	17
SP24	17	13	10	6	5	4	2	3	5	10	11	15
SP25	18	16	12	5	5	3	2	2	4	9	10	15
SP26	17	15	11	5	5	3	2	2	4	9	10	16
SP27	16	15	10	5	6	4	3	3	5	10	10	14
SP28	18	14	11	5	5	4	2	3	4	9	10	14
SP29	13	14	10	6	6	6	3	3	5	10	9	14
SP30	16	13	10	6	6	4	3	2	5	10	10	16
SP31	16	14	10	5	6	5	3	3	5	10	10	13
SP32	16	13	9	5	6	5	3	3	5	11	10	13
SP33	15	14	11	5	6	5	3	3	5	10	9	15
SP34	17	14	13	6	4	3	2	3	4	9	10	16
SP35	16	14	10	5	5	4	2	3	5	10	9	16
SP36	16	14	11	5	6	4	3	3	5	10	9	15
SP37	15	14	11	4	6	5	4	3	6	10	9	14
SP38	13	12	10	6	6	5	3	3	5	10	9	15
SP39	18	14	11	5	4	2	2	2	4	9	12	18
SP40	15	13	14	10	7	5	3	4	4	7	7	12
SP41	17	14	10	5	4	4	2	3	4	10	10	16
SP42	17	13	11	5	4	3	2	2	4	9	11	18
SP43	16	13	14	6	4	2	2	3	4	9	12	16
SP44	15	14	10	5	6	5	4	4	6	10	8	13
SP45	18	15	12	5	4	3	2	2	4	9	10	17

Tabla 5 - (continuación del anexo V)

Porcentaje de Precipitación, período 48-88, en relación ao promedio de este período (Paraná)											
	EFM (%)	FMA (%)	MAM (%)	AMJ (%)	MJJ (%)	JJA (%)	JAS (%)	ASO (%)	SON (%)	OND (%)	DEF (%)
Pr1	33	27	23	20	17	13	14	20	26	33	38
Pr2	31	25	22	20	20	19	21	24	25	28	34
Pr3	27	24	23	22	22	20	22	26	28	29	29
Pr4	29	25	23	21	21	19	22	26	28	29	29
Pr5	41	34	26	17	14	13	14	18	23	28	39
Pr6	26	24	23	22	22	21	23	26	28	29	28
Pr7	27	24	23	22	23	21	23	26	28	28	28
Pr8	35	29	23	20	16	13	13	20	26	33	38
Pr9	35	29	24	19	16	12	12	19	25	33	39
Pr10	30	26	23	22	22	19	19	23	26	28	31
Pr11	27	24	23	23	23	20	21	26	29	29	28
Pr12	26	25	25	24	21	17	18	25	30	31	28
Pr13	27	25	25	24	21	16	16	24	29	33	31
Pr14	33	26	23	21	20	18	19	22	25	28	34
Pr15	32	25	21	20	19	18	18	23	26	30	34
Pr16	36	29	23	19	18	17	17	21	18	28	36
Pr17	41	34	26	18	15	14	15	19	23	26	38
Pr18	31	27	23	18	16	15	18	25	30	33	32
Pr19	26	25	24	24	22	20	21	25	28	29	27
Pr20	26	26	25	25	22	20	21	26	29	29	26
Pr21	28	26	22	23	21	20	20	25	29	29	30
Pr22	27	24	23	24	23	22	21	26	28	27	27
Pr23	32	26	22	20	20	19	19	23	25	28	34
Pr24	31	25	22	21	22	20	21	24	25	27	32
Pr25	30	25	22	20	21	20	22	25	26	28	32

Tabla 5 - (continuación del anexo V)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
PR1	13	12	9	7	7	6	4	4	6	10	10	13
PR2	12	11	9	6	7	7	6	6	8	9	7	11
PR3	11	8	8	7	8	7	7	6	9	11	8	10
PR4	10	9	9	7	7	7	6	6	9	11	9	10
PR5	14	14	14	7	5	5	4	4	6	8	8	11
PR6	9	9	8	7	9	7	7	7	9	10	8	10
PR7	10	9	8	7	8	8	7	7	9	11	8	9
PR8	13	12	9	8	6	6	4	3	6	10	10	13
PR9	14	12	10	7	7	6	4	3	5	10	10	13
PR10	11	11	10	6	8	8	6	5	8	10	8	10
PR11	10	9	8	7	8	8	7	5	9	11	8	10
PR12	10	9	8	8	9	7	5	5	8	12	9	9
PR13	10	10	7	8	9	7	5	5	7	12	10	11
PR14	14	10	9	6	7	7	6	5	8	9	8	10
PR15	13	10	9	6	7	7	6	5	8	10	8	11
PR16	13	12	11	6	6	7	5	5	7	9	8	11
PR17	14	14	13	7	6	5	4	4	6	8	8	10
PR18	11	9	11	7	6	5	5	5	9	12	10	11
PR19	9	9	8	8	8	7	7	6	8	11	9	9
PR20	9	9	9	8	8	8	6	6	9	12	8	9
PR21	11	10	8	8	7	8	6	6	9	11	9	9
PR22	10	9	8	7	8	9	7	6	9	10	8	8
PR23	12	11	9	6	7	7	6	5	8	9	8	11
PR24	11	11	9	6	8	7	7	6	8	9	8	10
PR25	11	11	9	6	7	7	7	6	9	10	8	10
SC1	11	12	11	7	6	6	6	6	8	9	8	10
SC2	13	12	10	6	6	5	6	6	8	10	8	10
SC3	9	9	8	7	8	8	7	8	10	10	8	8
SC4	11	11	9	6	6	6	6	7	9	10	8	10
SC5	11	8	8	6	7	7	7	7	10	11	9	8
SC6	12	12	10	7	6	6	6	6	9	9	8	10
SC7	11	10	9	6	7	7	7	7	9	10	7	10
SC8	11	12	10	7	7	6	6	6	8	10	8	9
SC9	9	10	9	7	8	7	6	7	9	11	8	9
SC11	10	10	8	6	7	7	7	8	9	10	7	10
SC12	15	16	16	17	18	20	22	24	27	31	39	35
SC13	10	13	11	7	6	5	6	7	9	9	8	9
SC14	10	11	11	6	6	7	7	9	10	9	8	8
SC15	10	10	8	6	8	7	8	8	9	11	8	9
SC16	10	9	8	8	8	8	7	8	9	11	7	8
SC17	11	11	9	6	7	6	6	7	9	10	7	10
SC18	11	12	10	6	6	5	6	7	9	9	8	10
SC19	12	12	10	7	6	6	6	6	8	10	8	10
SC20	11	11	9	6	7	6	7	8	10	10	7	9
SC21	11	12	10	6	6	6	6	6	9	9	8	9
SC22	11	10	8	6	6	7	8	9	9	10	7	9
SC23	12	12	11	6	6	5	6	7	8	9	8	10

Tabla 5 - (continuación del anexo V)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
RS1	8	8	10	9	10	9	8	6	9	8	7	7
RS2	9	9	7	7	7	8	8	9	11	9	7	9
RS3	8	9	8	7	6	9	8	10	10	9	7	8
RS5	9	8	7	7	7	8	8	10	11	10	7	8
RS6	9	7	7	8	7	9	8	8	11	10	8	8
RS7	8	8	8	7	7	10	8	10	11	9	7	8
RS8	7	10	10	11	11	11	10	9	13	12	10	10
RS9	8	8	7	9	9	11	7	9	9	9	9	6
RS10	8	8	7	7	7	10	9	11	11	9	7	7
RS11	9	8	8	8	8	8	10	9	11	10	6	6
RS12	9	8	7	8	7	9	8	8	11	10	8	8
RS13	8	8	9	8	9	9	9	7	10	10	7	6
RS14	8	8	9	8	9	9	8	7	10	11	7	7
RS15	8	8	7	7	6	10	9	10	11	9	8	7
RS16	9	8	7	7	7	8	8	10	11	10	7	8
RS17	9	8	9	6	7	9	10	9	11	8	6	6
RS18	8	8	7	8	7	8	8	9	11	10	8	8
RS19	8	8	8	7	8	9	9	9	11	10	7	6
RS20	8	9	7	6	6	8	9	11	11	9	8	8
RS21	8	8	7	7	9	10	10	9	10	8	6	6
RS22	8	9	7	6	7	8	8	11	11	11	7	8
RS23	10	10	9	6	6	8	8	10	11	9	7	8
RS24	9	9	8	7	7	8	8	9	11	10	7	8
RS25	9	9	8	7	8	8	8	8	9	10	8	7
RS26	9	10	9	7	7	7	8	9	10	9	7	8
RS28	9	8	9	7	8	9	10	9	11	8	6	7
RS29	8	8	9	6	7	9	11	10	11	9	6	6
RS30	9	9	9	8	8	8	9	7	10	10	7	7
RS31	8	8	8	8	7	9	10	8	11	8	7	7

Tabla 5 - (continuación del anexo V)

Porcentaje de Precipitación, período 48-88, en relación ao promedio de este período (S. Catarina y R. G. del Sur)											
	EFM (%)	FMA (%)	MAM (%)	AMJ (%)	MJJ (%)	JJA (%)	JAS (%)	ASO (%)	SON (%)	OND (%)	DEF (%)
SC1	34	29	23	19	18	18	21	24	25	27	33
SC2	34	28	22	17	17	17	20	24	26	28	34
SC3	26	23	22	22	23	23	25	28	29	27	27
SC4	32	26	22	19	19	20	22	26	26	28	32
SC5	27	22	22	20	22	22	24	28	29	28	28
SC6	33	28	23	19	18	18	21	24	26	27	33
SC7	30	25	22	19	20	21	23	27	27	27	31
SC8	33	29	24	20	19	18	21	24	26	27	32
SC9	28	26	24	22	22	21	22	26	28	28	28
SC11	29	25	21	20	21	22	24	27	27	27	30
SC12	28	25	21	19	21	23	27	28	27	26	30
SC13	35	31	24	18	17	18	22	25	25	25	32
SC14	32	28	23	19	19	22	26	28	26	24	28
SC15	28	24	21	20	21	23	25	28	28	28	29
SC16	26	24	23	23	23	23	25	28	28	26	26
SC17	32	26	21	18	19	20	23	26	27	27	32
SC18	34	29	23	18	18	19	22	25	26	27	33
SC19	35	30	23	18	18	17	19	23	25	27	34
SC20	31	26	22	19	19	21	25	27	28	26	31
SC21	34	29	23	19	19	19	21	25	26	26	33
SC22	30	24	20	19	21	23	26	28	25	25	31
SC23	35	29	23	18	18	18	21	24	25	26	34
RS1	26	28	29	28	27	23	23	23	24	22	30
RS2	26	23	21	20	22	25	28	29	27	25	28
RS3	25	24	21	23	24	27	28	29	26	25	26
RS5	23	22	22	22	24	26	29	31	28	25	24
RS6	24	23	22	24	24	25	27	29	28	26	24
RS7	24	22	21	23	25	28	29	29	27	25	24
RS8	23	25	25	25	24	24	27	28	28	26	23
RS9	22	23	25	29	28	27	25	27	27	24	21
RS10	23	21	20	23	26	30	31	31	27	23	23
RS11	24	24	23	24	25	27	29	29	27	22	23
RS12	24	23	22	23	24	25	27	29	28	26	25
RS13	26	25	26	26	27	25	26	26	26	23	23
RS14	25	25	26	25	26	24	25	27	27	24	23
RS15	23	22	20	23	26	30	31	35	27	24	23
RS16	25	23	21	22	23	25	28	31	28	25	25
RS17	25	23	23	23	27	29	30	29	26	21	23
RS18	23	22	21	22	23	26	29	30	29	26	24
RS19	24	23	22	24	26	27	29	29	27	23	23
RS20	24	23	20	20	23	27	30	31	28	25	25
RS21	24	23	24	26	29	29	29	28	25	21	23
RS22	24	22	20	22	23	26	29	32	29	26	25
RS23	28	24	21	20	22	27	28	29	27	24	27
RS24	25	23	21	22	23	25	28	30	27	25	26
RS25	26	25	24	24	25	24	25	27	27	25	25
RS26	28	26	23	21	22	24	27	28	26	24	27
RS28	25	24	24	24	26	27	29	28	26	22	23
RS29	25	23	22	23	27	30	32	30	26	22	21
RS30	26	26	25	25	25	24	25	26	26	24	25
RS31	25	24	23	25	26	27	29	27	26	22	24

Tabla 5 - (continuación del anexo V)

ANEXO VII

	AÑOS	SP 1	SP 5	SP 9	SP 29	PR 1	PR 17	PR 20	PR 22	SC 3	SC 13	SC 21	SC 20	RS 1	RS 5	RS 11	RS 31
(01)	1940	-	+	-	-												
(01)	1941	-	-	+	+												
	1942	+	+	-	+												
(02)	1943	+	+	-	-					-	-	-	-				
	1944	-	-	-	-					-	-	-	-	-	-	-	-
	1945	+	-	-	-					-	-	-	-	-	-	-	-
	1946	-	-	-	-					-	-	+	+	+	-	-	+
	1947	+	+	+	-					-	-	+	-	-	-	-	-
	1948	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+
	1949	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
(02)	1950	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+
(01)	1951	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	1952	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
(01)	1953	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+
	1954	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-
(02)	1955	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+
(02)	1956	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-
(01)	1957	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+
	1958	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+
	1959	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	1960	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	1961	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	1962	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
(01)	1963	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
(02)	1964	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
(01)	1965	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	1966	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	1967	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
	1968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(01)	1969	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
(02)	1970	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
(02)	1971	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
(01)	1972	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
(02)	1973	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
	1974	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
(02)	1975	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-
(02)	1976	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+
	1977	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
(02)	1978	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
	1979	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
	1980	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
	1981	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
(01)	1982	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
(01)	1983	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	1984	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	1985	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
(01)	1986	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
(01)	1987	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-
	1988	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
(02)	1989					+	+	+	+	+	+	+	-				
	1990					-	+	+	+								
	1991					-	-	-	-								
	1992					+	+	+	+								

(01)Años de El Niño, (02)Años de anti-El Niño

Tabla 6 - Estudio de las precipitaciones para cada año en relación a la media climatológica para cada periodo, en cada provincia.

ANEXO VIII

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC
1940	-0.01	1.03	-0.56	-0.40	-0.44	-0.84	-0.73	-0.56	-0.57	-0.09	0.68	-0.65
1941	-0.16	-1.00	-0.36	-0.36	-0.50	-0.60	0.24	-0.22	2.63	-0.61	0.98	-0.24
1942	-0.91	-0.08	0.70	0.60	-0.30	-0.09	0.44	-0.77	-0.30	-0.96	-0.43	-0.01
1943	0.43	-0.35	0.20	-0.72	-0.88	-0.27	-0.77	-0.36	0.11	1.04	-0.50	-0.51
1944	-0.64	0.23	-0.11	-0.34	-0.88	-0.85	-0.68	-0.86	-0.93	-0.81	0.28	-1.45
1945	-0.07	0.23	-0.21	-0.16	-0.74	1.67	-0.10	-0.61	-0.54	-0.86	0.69	-0.14
1946	0.41	-0.06	0.15	-0.69	-0.64	-0.03	1.29	-0.74	-0.50	-0.22	-0.37	-0.76
1947	1.60	0.57	0.18	-0.70	-0.03	-0.19	0.41	0.74	1.28	-0.32	-0.45	0.30
1948	-0.48	0.58	0.14	-0.99	-0.25	-0.93	0.55	-0.12	-0.74	-0.62	0.18	-0.79
1949	-0.13	0.03	0.06	-0.04	-0.09	-0.13	-0.70	-0.59	-0.98	-0.79	-0.76	1.07
1950	0.58	0.69	0.22	0.86	-0.77	-0.55	-0.45	-0.80	-0.73	0.49	0.39	-0.39
1951	1.19	0.30	0.26	-0.44	-0.73	-0.60	-0.51	0.19	-1.01	-0.15	0.28	-0.86
1952	-0.38	0.51	0.57	-0.75	-0.94	1.10	-0.71	-0.61	-0.23	0.37	0.00	-0.92
1953	-0.42	-0.62	-0.37	0.29	-0.04	-0.32	0.00	-0.13	0.06	-0.22	-0.10	-0.55
1954	-0.30	0.42	-0.01	-0.64	1.69	0.41	-0.47	-0.83	-0.61	-0.44	-1.33	-0.47
1955	-0.04	-0.62	-0.09	0.36	-0.42	-0.18	-0.39	0.81	1.09	-0.45	-0.29	0.64
1956	-1.30	0.02	-0.63	0.56	1.43	1.18	1.01	1.12	0.43	-0.18	-1.44	-0.40
1957	0.70	0.12	0.04	0.16	-0.27	-0.27	2.31	1.06	1.62	-0.33	-0.51	-0.25
1958	0.57	-0.26	0.42	0.69	1.48	0.73	-0.09	-0.47	0.56	0.77	-0.30	-0.08
1959	0.73	-0.51	0.15	-0.01	-0.40	-0.65	-0.79	0.90	-0.64	-0.58	0.21	-0.30
1960	0.45	0.69	-0.50	0.29	0.31	0.29	-0.76	-0.20	-0.77	-0.06	0.92	0.89
1961	-0.24	0.50	0.35	0.77	-0.18	-0.70	-0.82	-0.52	-0.86	-0.66	-0.01	0.19
1962	-0.44	0.23	1.16	-0.74	-0.54	-0.04	-0.30	0.35	-0.21	1.72	-0.93	0.73
1963	0.29	-0.11	-0.78	-0.95	-0.88	-0.84	-0.76	-0.64	-0.78	-0.15	0.17	-1.25
1964	-0.99	1.22	-1.21	-0.61	0.07	-0.31	0.58	-0.19	0.20	0.78	-0.61	1.10
1965	0.93	0.68	0.00	0.09	0.53	-0.14	0.94	-0.50	0.18	0.90	0.12	0.58
1966	-0.42	0.08	0.38	-0.08	0.00	-0.91	-0.48	0.12	0.10	0.90	-0.39	0.57
1967	0.73	0.34	0.55	-1.00	-0.91	0.89	-0.29	-0.76	0.16	0.58	0.58	-0.25
1968	0.18	-1.07	-0.29	-0.55	-0.66	-0.56	-0.46	0.27	-0.67	-0.18	-0.75	-0.38
1969	-0.97	-0.64	-0.86	-0.13	-0.44	-0.35	-0.56	-0.08	-0.31	0.79	1.19	-0.66
1970	0.78	1.25	-0.55	-0.19	-0.31	0.40	-0.13	1.83	0.40	-0.29	-0.41	-0.36
1971	-1.08	-0.54	0.41	-0.08	0.22	1.71	0.37	-0.46	0.20	0.18	-0.65	0.11
1972	0.50	1.09	-0.37	-0.24	-0.11	-0.90	2.09	1.01	0.63	1.56	0.29	-0.55
1973	-0.37	-0.26	-0.43	0.89	0.14	-0.17	0.51	-0.18	-0.01	0.09	-0.16	1.05
1974	0.35	-1.09	1.56	-0.29	-0.57	1.27	-0.77	-0.58	-0.62	0.06	-0.74	1.01
1975	-0.55	0.37	-0.92	-0.26	-0.60	-0.81	0.08	-0.77	-0.46	0.25	1.57	0.08
1976	-0.37	0.85	0.23	0.38	1.39	0.38	2.11	2.18	1.68	-0.10	0.26	0.08
1977	0.56	-1.37	0.23	1.10	-0.75	0.06	-0.48	0.14	0.48	-0.70	0.90	0.77
1978	-0.65	-0.96	-0.03	-1.01	0.96	-0.07	1.53	-0.72	-0.08	-0.52	1.08	-0.04
1979	-0.95	-0.83	-0.44	0.09	0.79	-0.96	0.26	1.21	1.18	-0.26	0.06	0.30
1980	-0.07	0.41	-0.81	1.20	-0.60	1.17	-0.43	-0.07	0.36	-0.63	0.14	0.42
1981	0.10	-1.18	-0.52	-0.03	-0.43	0.60	-0.28	-0.55	-0.82	1.32	0.34	0.21
1982	0.39	0.08	1.07	-0.26	0.07	1.52	0.31	0.35	-0.61	1.75	0.64	0.94
1983	0.91	0.34	0.78	1.86	2.65	2.18	0.39	-0.71	2.92	0.58	0.14	0.56
1984	-0.49	-1.48	-0.76	0.71	0.36	-0.90	-0.66	1.99	0.71	-1.23	-0.29	0.07
1985	0.25	-0.18	0.69	0.86	-0.19	-0.61	-0.71	-0.49	-0.06	-1.19	-0.10	-0.56
1986	-0.54	0.21	0.63	-0.34	0.65	-0.96	0.19	2.32	-0.41	-0.91	-0.09	1.82
1987	0.44	-0.04	-0.58	0.37	1.80	0.66	-0.41	-0.50	0.52	-0.38	0.24	-0.36
1988	0.03	0.27	0.37	1.01	1.10	-0.33	-0.78	-0.85	-0.70	0.88	-0.59	-0.15

Indice de anomalias estandarizadas de precipitaciones mensuales - San Pablo

Tabla 7 - Índice de anomalias estandarizadas de precipitación mensual para cada provincia.

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC
1948	0.06	0.63	0.46	0.29	0.05	1.35	0.55	0.47	0.64	0.23	0.71	1.05
1949	0.73	0.83	0.59	0.36	0.65	0.00	0.80	0.13	0.58	0.93	0.61	0.06
1950	0.35	0.08	0.99	-0.41	-0.19	-0.69	-0.40	-0.94	-0.24	0.40	0.19	-0.03
1951	0.61	0.56	0.19	-0.87	-0.67	-0.43	-0.86	-0.70	-1.01	1.47	0.20	-0.43
1952	-0.40	-0.10	-0.05	-1.14	-0.83	0.56	-0.64	-0.82	0.67	0.71	0.57	-0.83
1953	0.29	-0.47	-0.37	0.01	0.04	-0.92	-0.40	-0.66	-0.19	0.94	0.28	-0.20
1954	0.57	-0.08	0.31	0.49	1.83	0.51	0.16	-0.78	0.19	0.19	-1.15	-0.10
1955	-0.19	-0.44	1.06	0.32	0.13	1.60	0.90	0.40	-1.09	-1.21	-0.52	0.07
1956	0.60	-0.42	-0.04	1.16	0.52	0.15	0.19	0.20	-0.15	-0.44	-1.34	-0.30
1957	0.31	-0.21	-0.03	0.04	-0.87	1.13	2.60	1.86	2.47	0.06	-0.47	0.05
1958	-0.69	0.05	-0.06	-0.58	-0.13	-0.55	-0.18	-0.25	0.93	0.05	0.27	0.07
1959	-0.07	0.37	-0.78	0.42	-0.15	-0.57	-0.66	0.10	-0.44	-0.44	-0.35	-0.61
1960	0.00	0.22	-1.04	0.38	-0.03	-0.19	-0.57	0.90	-0.27	0.39	0.53	-0.55
1961	-0.17	0.42	0.61	0.87	-0.54	0.17	-0.86	-0.84	0.68	-0.11	0.80	-0.33
1962	-0.57	-0.12	0.23	-0.50	-0.62	-0.83	-0.52	-0.36	0.22	0.95	-0.52	-0.87
1963	0.97	-0.26	0.83	-1.15	-0.72	-0.81	-0.73	-0.78	-0.18	0.85	1.23	-0.08
1964	-1.20	0.76	0.36	-0.14	-0.59	0.51	-0.09	0.74	-0.13	-0.85	-0.42	0.12
1965	0.28	0.35	-0.64	1.32	0.52	-0.53	0.86	-0.10	-0.19	0.21	-0.06	1.27
1966	-0.62	0.97	-0.44	-0.09	-0.38	0.01	-0.53	-0.37	-0.44	1.04	-0.73	0.24
1967	-0.20	0.21	0.20	-1.36	-0.88	0.51	-0.10	-0.35	-0.81	-0.73	-0.07	-0.55
1968	0.33	-1.37	-0.32	-0.23	-0.81	-0.82	-0.77	-0.42	-0.88	0.14	-0.67	0.01
1969	-0.26	-0.05	-0.32	0.92	0.08	0.61	-0.24	-0.85	0.16	-0.06	0.83	-0.64
1970	-0.59	-0.08	-0.52	-0.63	-0.15	1.61	-0.12	-0.50	0.36	-0.26	-0.97	1.76
1971	0.44	-0.11	0.73	0.08	0.48	0.46	0.24	-0.54	-0.15	-0.84	-0.96	-0.35
1972	0.50	1.16	-0.12	-0.56	-0.76	-0.43	0.55	1.26	1.15	0.33	0.13	-0.05
1973	0.49	-0.20	-0.35	0.16	0.17	0.42	0.23	1.58	0.46	-0.12	-0.30	-0.03
1974	0.41	-0.28	0.27	-0.31	-0.57	0.63	-0.47	0.15	-0.85	-0.18	-0.24	0.06
1975	-0.39	-0.01	-0.45	-0.55	-0.50	-0.43	-0.05	0.19	0.50	0.25	1.19	0.52
1976	0.57	-0.32	0.44	-0.20	0.35	-0.09	0.01	0.82	-0.14	-0.20	0.14	0.07
1977	0.448	-0.16	0.76	-0.33	-0.91	-0.13	-0.52	-0.25	-0.75	0.14	0.25	0.07
1978	-0.89	-1.21	0.06	-1.49	-0.42	-0.57	0.76	-0.02	-0.02	-0.89	0.44	-0.37
1979	-1.10	-0.40	-0.65	-0.04	1.25	-1.11	-0.20	0.19	0.75	0.98	0.27	0.63
1980	0.40	0.15	-0.16	-0.37	-0.29	-0.43	0.65	0.58	0.74	-0.24	-0.66	1.57
1981	0.18	-0.54	-0.62	0.33	-0.76	-0.51	-0.57	-0.45	-0.75	0.41	0.32	1.02
1982	-1.13	1.23	-0.44	-1.02	-0.15	1.95	0.93	0.04	-1.11	1.42	2.90	0.49
1983	0.47	-0.03	0.64	1.30	2.45	1.60	2.58	-1.09	1.88	0.10	-0.05	0.04
1984	-0.35	-0.93	0.54	0.38	-0.28	0.14	-0.52	1.69	-0.05	-1.49	1.07	0.37
1985	-1.13	0.73	-0.39	0.92	-0.57	-0.95	-0.48	-1.07	-0.38	-0.84	-0.33	-1.15
1986	0.17	0.64	-0.30	0.31	0.51	-1.22	-0.57	0.87	0.08	-0.63	0.31	0.98
1987	-0.08	0.73	-1.25	0.49	1.66	0.27	-0.26	-0.36	-0.47	-0.09	0.02	-0.35
1988	0.22	-0.21	-0.63	0.67	1.64	-0.18	-0.97	-1.21	-0.49	0.21	-0.92	0.00
1989	1.50	0.69	-0.07	0.34	-0.20	-0.20	0.81	0.27	1.08	-0.51	-0.36	0.00
1990	2.07	-0.79	0.23	1.15	0.01	0.37	1.38	1.43	0.78	0.04	0.50	-0.54
1991	-0.33	-0.75	0.18	0.01	-0.60	1.21	-0.80	-0.44	-0.70	0.28	-0.13	1.04
1992	-1.02	0.55	1.39	-0.07	2.66	-0.34	0.58	0.66	0.13	-0.20	0.21	-0.98

Indice de anomalias estandarizadas de precipitaciones mensuales - Paraná

Tabla 7 - (continuación del anexo VIII)

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC
1943	-0.33	-0.75	-0.78	-1.09	0.81	0.77	0.50	0.49	-0.17	-0.82	-0.79	-0.43
1944	0.79	-0.72	-0.42	-0.46	-1.16	-0.25	-0.77	-0.17	-1.42	-1.07	0.50	-1.21
1945	-0.61	0.88	-1.17	-0.06	-0.90	-0.58	-0.11	-0.77	-0.17	-0.76	-0.74	-0.47
1946	0.26	1.17	1.30	-0.96	0.21	1.55	0.32	0.20	-1.45	0.52	-0.86	-0.20
1947	-0.20	0.51	-0.48	-0.88	0.07	-0.13	-0.15	0.11	0.86	0.33	-0.46	0.38
1948	0.15	0.69	0.18	0.20	2.05	-1.61	0.52	0.53	-1.05	-0.47	-0.69	-1.30
1949	-0.56	-1.18	0.61	0.89	-0.86	0.44	-0.60	0.02	-0.39	-1.09	-0.51	-0.18
1950	0.34	-0.47	1.00	-0.08	-0.09	-0.88	-0.83	0.01	-0.42	0.31	-0.55	0.16
1951	0.18	0.54	-0.81	-0.31	-0.96	-0.85	-0.60	-1.34	-0.82	1.83	0.02	-0.59
1952	-0.17	-1.02	-0.87	-1.23	-0.43	1.07	-0.30	-1.11	0.13	1.01	-0.08	0.11
1953	-0.15	-0.51	-0.12	-0.35	-0.03	-1.39	-0.39	-0.57	-0.46	1.21	-0.41	-0.17
1954	0.11	0.16	0.02	1.00	0.89	0.53	0.76	-0.90	0.68	0.98	-1.32	-0.46
1955	-0.80	0.04	-0.42	0.61	0.46	0.16	0.99	-0.57	-0.54	-1.26	-0.25	0.18
1956	1.01	-0.28	0.06	0.42	0.31	-0.08	-0.38	-0.42	0.59	-0.32	-1.29	-0.35
1957	0.07	-0.69	0.06	1.03	-0.28	0.49	1.49	2.11	1.81	0.02	-0.17	0.08
1958	-0.39	0.68	1.29	-0.09	-0.06	0.70	-0.55	0.03	0.28	0.50	0.63	0.61
1959	-0.30	-0.10	-0.59	1.11	-0.22	-0.75	-0.83	0.36	0.64	-1.11	-0.63	-0.60
1960	-0.28	0.48	0.36	-0.34	-0.34	-0.65	-0.81	1.30	-0.86	0.03	0.89	-0.75
1961	-0.61	0.19	0.65	0.00	-0.45	0.07	-0.45	-0.96	3.04	1.06	2.15	0.62
1962	-0.75	-0.39	0.00	-0.35	0.12	-0.76	0.01	-0.91	0.40	-0.26	-0.16	-0.74
1963	1.42	0.19	0.90	-0.99	-0.96	-1.14	-0.53	-0.21	1.39	1.06	0.89	-0.48
1964	-1.22	-0.47	-0.26	0.56	-0.64	-0.13	-0.32	-0.31	-0.16	-0.09	-0.72	-0.37
1965	-0.60	-0.90	-0.60	0.95	0.56	-0.79	0.08	0.68	0.29	-0.69	0.20	1.36
1966	0.76	1.87	0.33	0.25	-0.53	0.90	-0.76	-0.25	-0.26	0.59	-0.45	0.27
1967	-0.19	0.69	-0.17	-0.75	-0.63	0.12	-0.16	-0.45	0.87	-0.66	0.84	-0.53
1968	-0.67	-1.29	-0.42	-0.52	-1.09	-0.68	-0.52	-0.84	0.00	-0.08	-0.58	0.28
1969	0.63	0.47	0.54	1.21	-0.32	1.34	-0.38	-0.18	-0.51	-0.70	0.65	-0.78
1970	0.05	0.05	0.12	-0.73	0.06	1.74	-0.03	-0.09	-0.64	-0.48	-1.09	1.25
1971	0.66	0.81	1.21	1.13	0.22	0.82	-0.21	-0.08	-0.25	-0.55	-0.74	-1.09
1972	-0.21	1.07	0.75	-0.59	-1.07	1.02	0.16	1.87	0.70	-0.31	-0.16	0.46
1973	1.17	-0.33	-0.56	0.12	0.23	1.24	0.48	1.90	0.33	-1.13	-0.33	0.02
1974	0.19	-0.31	1.00	-0.82	-0.76	0.28	0.19	-0.76	-0.73	-0.81	-0.14	-0.51
1975	-0.62	-0.55	-0.05	-0.77	-0.23	-0.21	-0.42	0.82	1.39	0.55	1.03	0.93
1976	0.24	-0.85	0.80	-0.84	1.81	0.24	0.43	0.20	-0.80	-0.33	0.03	0.63
1977	0.80	-0.21	0.99	-0.30	-0.95	-0.88	-0.38	1.51	-0.79	1.03	1.01	-0.60
1978	-0.06	-0.52	0.18	-1.69	-0.91	-0.42	0.00	-0.62	-0.14	-0.40	0.43	0.99
1979	-1.80	-0.68	-0.96	0.95	1.51	-0.89	-0.33	-0.54	-0.31	1.94	0.72	0.22
1980	-0.21	-0.41	0.51	-0.48	-0.27	-0.24	1.22	0.76	0.35	0.53	0.01	2.49
1981	-0.05	-0.68	-0.78	0.11	-0.76	-0.43	0.12	-0.71	-0.42	0.08	-0.09	0.53
1982	-1.31	1.05	0.07	-0.97	-0.15	1.16	-0.18	0.14	-1.38	1.06	2.32	-0.04
1983	1.18	0.70	0.19	1.11	2.46	1.28	4.96	-0.03	0.58	-0.50	0.63	1.86
1984	0.51	-0.31	-0.11	0.59	0.00	0.84	0.25	2.40	-0.16	-0.49	0.98	-0.40
1985	-1.12	1.12	-0.52	0.86	-0.67	-0.96	-0.19	-0.79	-0.44	-0.25	-0.17	-1.05
1986	-0.19	0.09	-1.00	0.57	0.05	-1.21	-0.47	-0.41	0.06	0.30	1.34	0.84
1987	0.75	0.95	-1.26	0.48	2.01	0.31	0.25	0.36	-0.77	1.14	-0.78	0.01
1988	0.41	-0.72	-0.82	0.83	1.32	-0.06	1.06	-1.26	0.17	-0.29	-0.71	-0.64
1989	1.89	0.06	0.18	0.74	0.66	-0.99	0.13	-0.43	1.06	-1.03	-0.28	-0.22

Indice de anomalias estandarizadas de precipitaciones mensuales - S. Catarina

Tabla 7 - (continuación del anexo VIII)

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC
1944	0.94	-0.43	-0.09	-0.77	-0.89	0.84	-0.86	-0.64	-0.96	0.86	-0.53	-1.14
1945	-0.91	-0.72	-0.81	-0.65	-0.96	-0.63	0.64	-0.19	-0.29	-1.16	0.01	0.13
1946	1.19	0.34	-0.75	-1.01	0.17	0.16	-0.38	-0.35	-1.08	0.43	0.30	0.76
1947	0.60	0.00	-0.86	-0.11	0.56	-0.02	-0.91	-0.79	0.19	-1.05	-0.58	0.49
1948	0.34	-0.01	-0.07	0.62	0.20	0.27	0.45	-0.82	0.01	-0.04	-0.41	-1.33
1949	-0.16	-0.79	1.37	0.02	-0.62	-0.20	-0.07	-0.42	0.27	-0.41	-0.89	-0.43
1950	-0.90	-0.34	0.32	-0.37	0.65	0.50	0.20	-0.15	-0.32	-0.06	-0.53	0.11
1951	-0.33	0.44	0.02	-0.17	-0.67	-0.32	-1.34	-1.07	-0.31	0.16	0.86	-0.55
1952	-0.93	-0.71	0.35	-0.69	0.19	1.23	0.15	-0.70	-0.36	0.34	-0.53	-0.56
1953	-0.07	-0.83	-0.39	-0.03	0.17	-0.13	-0.74	-0.11	1.21	0.78	-0.82	-0.78
1954	0.70	0.53	-0.35	-0.11	-0.46	1.30	0.81	-0.48	0.76	0.08	-1.07	0.06
1955	-0.42	0.25	-0.08	0.81	0.84	-0.36	-0.22	-0.73	-0.46	-0.76	-0.93	-0.33
1956	1.32	-0.50	-0.10	0.83	-0.41	-0.90	-0.32	-0.43	-0.47	-0.28	-1.13	-0.70
1957	0.10	-0.75	-0.83	0.17	-0.31	0.04	-0.05	-0.05	-0.01	0.32	0.00	0.42
1958	-0.28	0.33	-0.27	-0.46	-0.17	0.22	-0.28	0.27	-0.15	0.19	0.70	1.08
1959	0.23	0.41	-0.04	2.26	0.66	0.35	-0.74	1.02	0.14	0.55	-0.76	-0.11
1960	-0.75	-0.29	0.07	-0.43	-0.77	0.10	0.54	0.54	0.15	0.16	-0.36	-0.60
1961	-0.30	0.23	0.92	0.19	-0.44	0.53	-0.26	-0.32	1.78	0.89	0.12	0.25
1962	-0.58	-0.91	0.11	-0.42	-0.50	-1.29	-0.39	-0.60	-0.29	-0.72	-0.57	-0.62
1963	0.89	-0.51	0.51	-0.69	-0.38	-0.85	-0.59	0.28	0.55	1.59	1.38	0.11
1964	-1.10	-0.45	-0.34	0.32	-1.07	-0.97	-0.48	0.35	-0.32	-0.42	-0.67	0.01
1965	-0.89	-0.41	-0.20	0.21	-0.45	-0.67	-0.59	1.84	1.34	0.35	-0.14	1.52
1966	0.36	0.79	1.14	-0.43	-1.25	0.74	1.24	0.42	0.19	0.72	-0.23	1.89
1967	-0.29	0.14	-0.34	-0.89	0.00	-0.13	0.00	0.74	1.12	-0.07	-0.20	-0.74
1968	-0.20	-0.74	0.66	-0.21	-0.96	-0.86	-0.48	-1.28	0.04	-0.12	0.25	0.31
1969	0.20	0.98	-0.43	-0.45	0.49	-0.38	-0.60	-0.35	-0.46	-0.94	0.54	-0.49
1970	-0.41	-0.28	0.14	-0.78	0.83	0.88	0.13	-0.27	-1.14	-0.11	-0.85	1.35
1971	0.37	0.71	0.26	-0.07	-0.14	0.40	-0.18	0.01	-0.84	-1.12	-0.69	0.17
1972	0.49	0.01	0.37	0.24	-0.23	1.76	0.55	1.97	0.62	0.18	0.63	-0.6
1973	1.22	1.05	-0.71	0.31	0.53	-0.10	0.99	0.38	-0.25	-0.29	-0.88	0.88
1974	0.09	0.14	-0.10	-0.96	0.28	-0.05	-0.59	-0.08	-0.72	-0.86	0.17	0.23
1975	-0.34	-0.13	0.30	-0.71	-0.28	-0.38	-0.56	1.05	0.57	-0.54	0.52	-0.21
1976	0.57	-0.45	0.88	-0.29	0.61	-0.61	0.02	0.29	-0.67	-0.17	0.27	0.55
1977	0.49	0.71	0.57	-0.13	-0.38	0.13	1.58	0.35	-0.51	-0.27	0.77	-0.37
1978	-0.05	-0.83	0.07	-1.04	-0.67	-0.57	0.71	-0.57	-0.70	0.05	0.90	-0.12
1979	-1.29	-0.10	-0.54	0.23	0.23	-1.09	-0.03	0.39	0.15	1.02	0.44	0.83
1980	-0.76	0.03	0.49	0.00	0.23	-0.16	0.13	-0.14	-0.65	0.88	0.58	0.95
1981	0.09	0.62	-0.90	-0.15	-0.41	-0.05	-0.66	-0.94	0.44	-0.93	0.43	0.14
1982	-1.04	0.80	-0.69	-0.98	0.03	1.09	0.43	0.58	0.04	0.92	1.88	-0.15
1983	0.11	1.75	0.15	0.74	1.58	-0.06	2.25	0.05	-0.69	0.34	0.18	-0.46
1984	1.58	0.21	-0.42	0.88	2.21	1.45	0.60	0.18	0.12	0.16	-0.03	-0.26
1985	-0.82	0.29	1.23	0.66	0.64	-0.31	0.19	0.90	0.20	-0.95	-1.09	-0.78
1986	-0.33	0.02	0.62	1.65	1.01	-0.17	-0.49	0.31	-0.23	0.14	2.71	-0.45
1987	0.42	0.24	-0.13	2.06	1.06	-0.57	1.90	0.94	-0.28	0.27	0.01	0.16
1988	0.95	-0.73	-1.03	0.91	-0.59	0.53	-1.17	-1.26	2.40	-0.01	0.37	-0.49

Indice de anomalias estandarizadas de precipitaciones mensuales - R. G. del Sur

Tabla 7 - (continuación del anexo VIII)

ANEXO IX

Estudio del indice estandarizado, mensual, de la precipitación para cada provincia del Brasil Meridional y para distintos períodos.

Este estudio posibilitó indentificar los meses que lloveran, para cada provincia, durante los fenómenos de ENSO y anti-ENSO.

El criterio utilizado fue:

1) Se generó una matriz juntando todas las estaciones de un mismo período, para cada mes;

2) Se estandarizó las matrices, de cada mes, generando un vector con el promedio del numero de columna;

3) Se juntó estes vectores generando una nueva matriz (ANEXO VI).

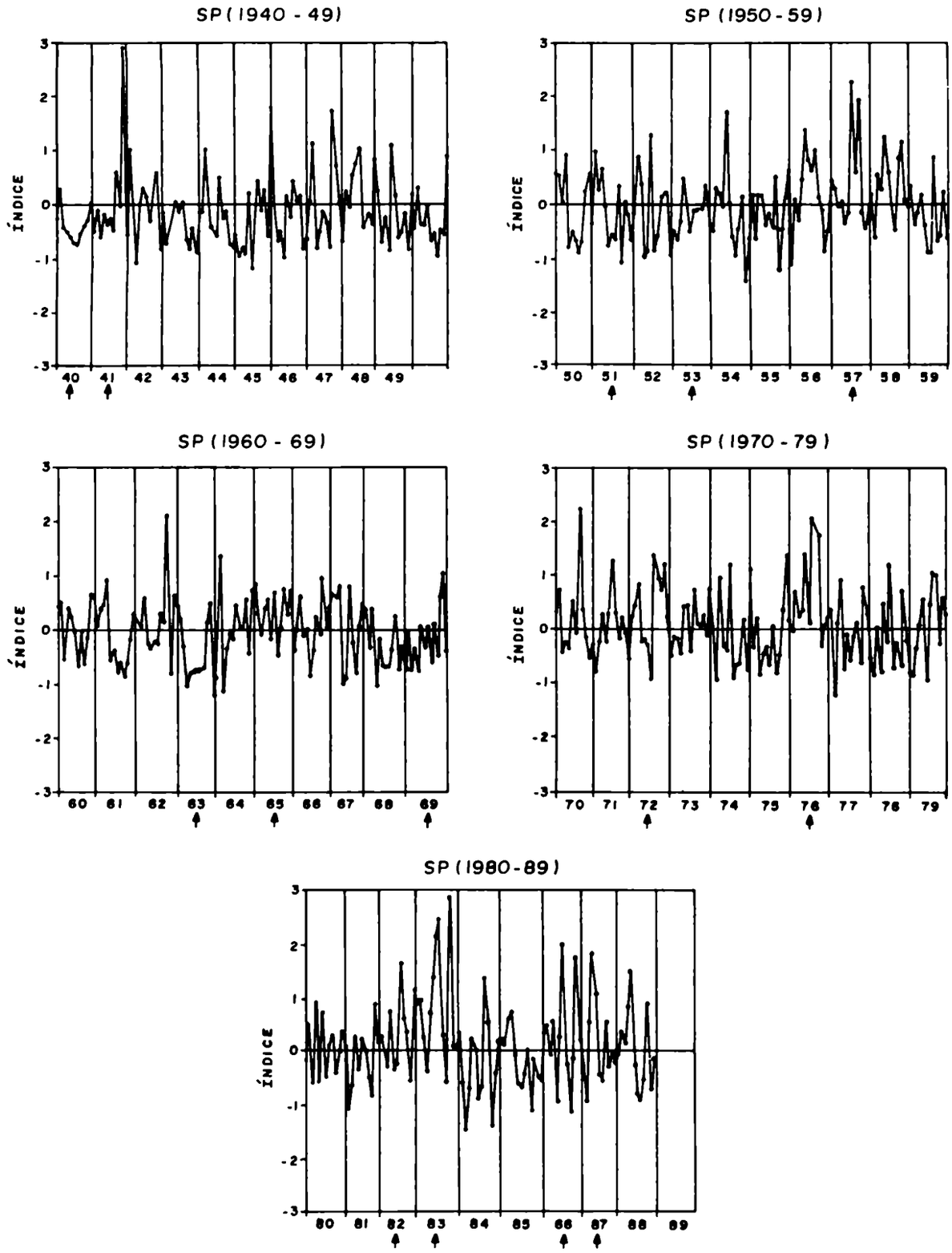


Figura 41 - Índice estandarizado de la precipitación para la província de San Pablo, mes a mes.

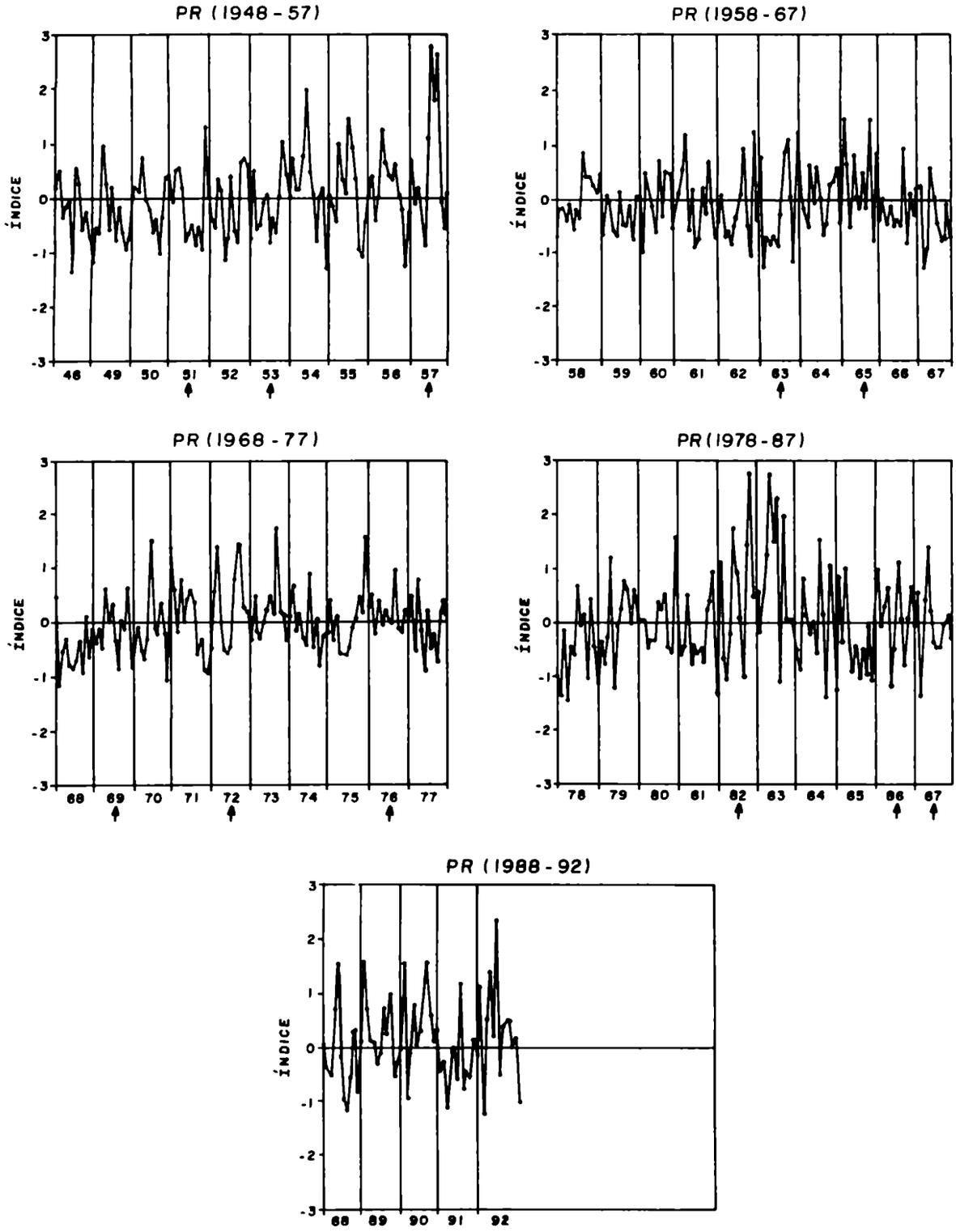


Figura 42 - Índice estandarizado de la precipitación para la provincia de Paraná, mes a mes.

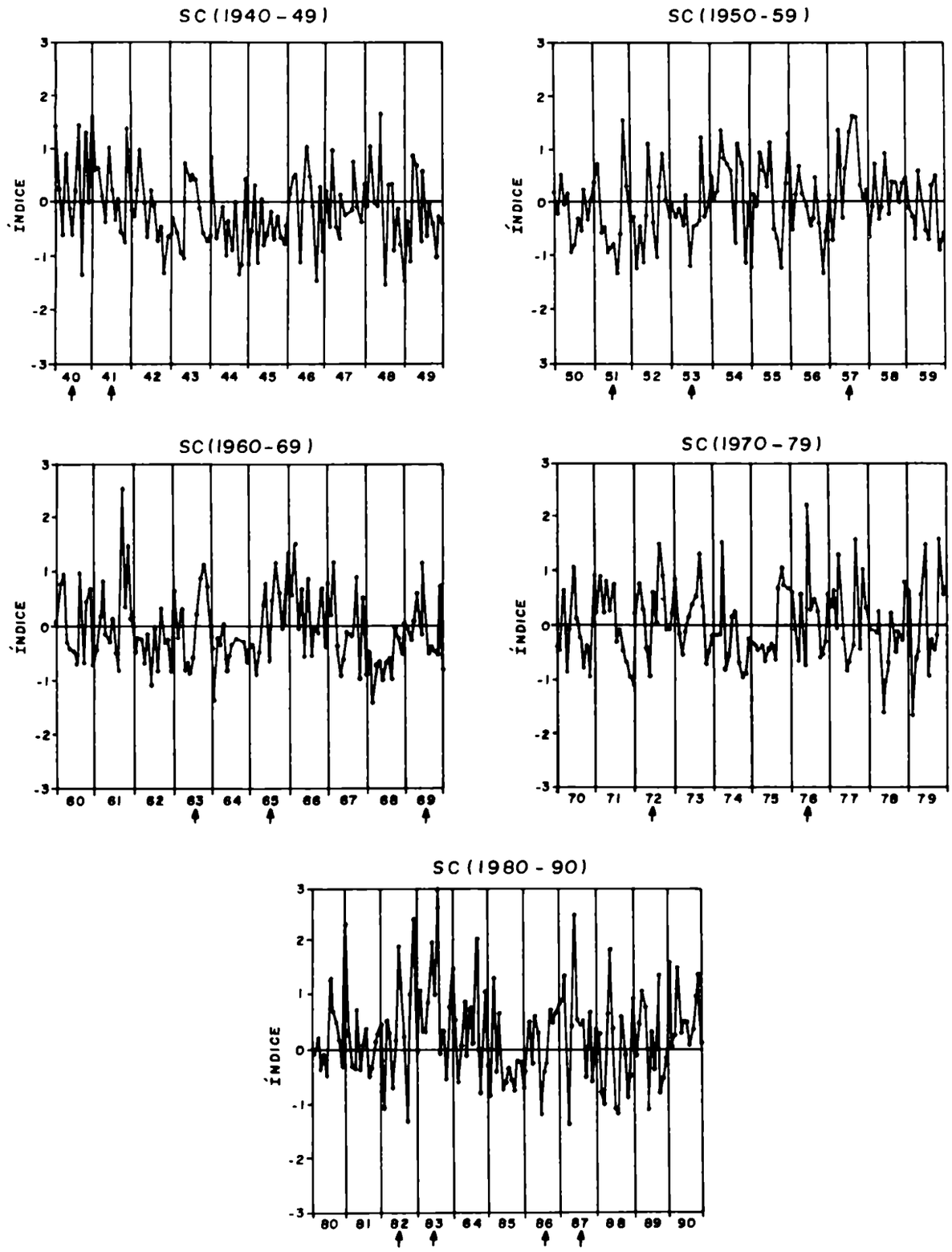


Figura 43 - Índice estandarizado de la precipitación para la provincia de Santa Catarina, mes a mes.

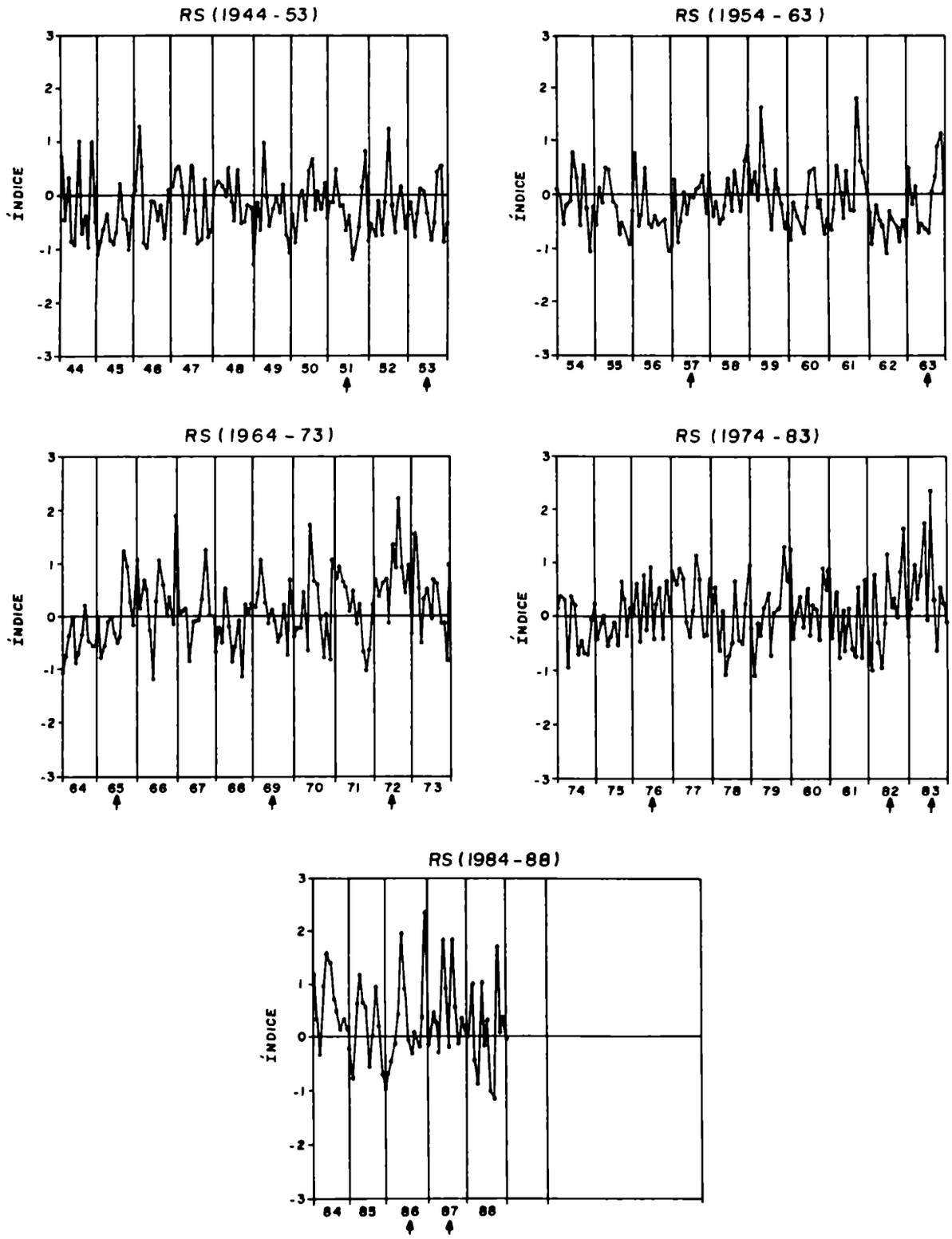


Figura 44 - Índice estandarizado de precipitación para la provincia de Rio Grande del Sur, mes a mes.

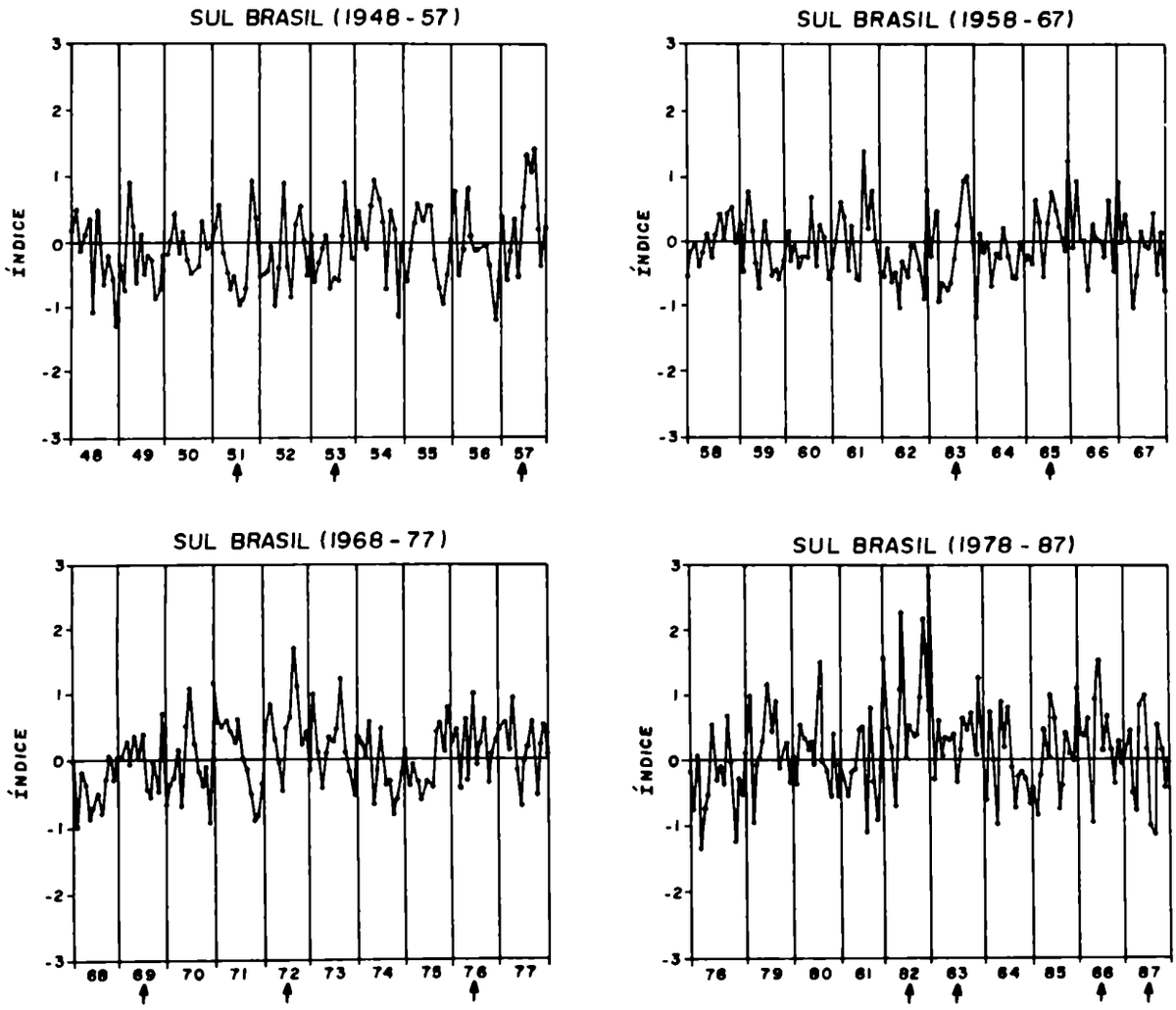


Figura 45 - Índice estandarizado de la precipitación para el Sur de Brasil, mes a mes.

Fe de Errata

Pagina 18, parrafo 2: Una de las caracterisiticas más importantes de la OS es la correlación negativa en la presión al nivel de mar (PNM) entre el oceáno Pacífico y el oceáno Indico.

Pagina 18, parrafo 3: Cuando la PNM sobre la región del anticiclon del Pacifico Sur está bajo la normal (superior a la normal), se considera que la OS está en fase negativa (positiva). Esta fase es también conocida como El Niño/Oscilación Sur (ENOS) o episodio caliente de la OS debido a la conexión con El Niño, Bjerknes (1969), Trenberth (1976 b), Rasmusson y Carpenter (1982), Arkin (1982). Muchos eventos climáticos regionales con graves problemas sobre las actividades socio económicos, tales como la sequía en la India, Australia y Nordeste de Brasil, inundaciones en Perú, Ecuador, etc etan asociados con los episodios calientes de la OS, Kruger y Winston (1975), Kousky et al. 1984. Muchas observaciones del El Niño demuestran que este fenómeno aparece generalmente entre diciembre y enero, una vez cada dos a siete años, en promedio y la anomalía de temperatura (TSM) se propaga de oeste hacia este en el Pacífico ecuatorial.

Pagina 42, 43, 51, 52, 54, 55, 56 y 57 (los graficos): Ordenadas de los graficos de promedios y desvios corresponde a milimetros de precipitaciones.

Pagina 69 y 70: Correlación en función de la distancia de las estaciones del Brasil Meridional. En los graficos las distancias estan medidas en milimetros para una escala de 1: 10000000.

Pagina 58: Los X(I) son los valores originales de las precipitaciones mensuales de cada estación.

Dr Walter Maria Vargas

Jonas T. Nery